

MARIA LUIZA MEIRINHO CONSTANCIO

## **GESTÃO DAS ÁGUAS**

**Uma proposta de ação técnica alternativa para a superação da  
contaminação hídrica**

Projeto de pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Programa de Graduação em Gestão Pública para o Desenvolvimento Econômico e Social como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Gestão Pública.

Orientadora: Prof. Dra. Cecilia Campello do Amaral Mello

Rio de Janeiro

2019

## CIP - Catalogação na Publicação

C757g      Constancio, Maria Luiza Meirinho  
GESTÃO DAS ÁGUAS Uma proposta de ação técnica  
alternativa para a superação da contaminação hídrica /  
Maria Luiza Meirinho Constancio. -- Rio de Janeiro,  
2019.  
70 f.

Orientadora: Cecilia Campello do Amaral Mello .  
Coorientadora: Bianca Dieile.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade  
de Administração e Ciências Contábeis, Faculdade  
Nacional de Direito, Instituto de Economia,  
Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e  
Regional, Bacharel em Gestão Pública  
Desenvolvimento Econômico e Social, 2019.

1. Água. 2. Políticas Públicas. 3. Biossorção. 4.  
Casca de banana. I. Mello , Cecilia Campello do  
Amaral , orient. II. Dieile, Bianca , coorient.  
III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

MARIA LUIZA MEIRINHO CONSTANCIO

## **GESTÃO DAS ÁGUAS**

### **Uma proposta de ação técnica alternativa para a superação da contaminação hídrica**

Projeto de pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Programa de Graduação em Gestão Pública para o Desenvolvimento Econômico e Social como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Gestão Pública.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Cecilia Campello do Amaral Mello

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – UFRJ

---

Prof. Dr. Suya Quintslr

Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional – UFRJ

---

Bianca Dieile

Fundação Oswaldo Cruz

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,  
Maria Izilda e Carlos Luiz,  
os maiores amores e inspirações da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer à minha família, especificamente aos meus pais, Maria Izilda e Carlos Luiz e ao meu irmão, Jean, que estiveram presentes em todos os momentos da minha vida e me apoiaram nessa fase de forma incondicional.

Um agradecimento especial à minha melhor amiga, Flávia, que apesar de estar a mais de 430 quilômetros de mim, esteve de alguma forma presente, me ouvindo, aconselhando e me desejando o melhor, sempre.

Agradeço aos amigos que fiz no Rio, os da faculdade, Isa Gualberto, Dudinha, Sâmela, Ana Acaccio, Lucas Dipp e os que moraram comigo durante esse período, Amanda Kelly, Amanda Lorena, Aline, Arielly, Brenda e Thamires.

Um agradecimento especial aos amigos que fiz no meu tão amado estágio no Tribunal Regional Federal da 2ª Região, aqueles que verdadeiramente me salvaram, eu não teria chegado aqui sem o carinho, consideração, amor e tanto conhecimento que por eles me foi passado. Então, Bzinho (Herbert), Edsonzinho, Bueno, Caju (Cadu), Paola, Didi, Pedro, Felipe e Shirley a vocês dedico todo meu amor.

Agradeço ao IPPUR, juntamente com a UFRJ e todas as demais instituições de ensino que me proporcionaram agregar todo o conhecimento que tenho até esse momento. Em especial aos docentes, diretores, coordenadores e administração que proporcionaram o melhor dos ambientes para que esse trabalho fosse realizado.

Agradeço infinitamente à Profa. Cecília Mello pela oportunidade e apoio durante todo o processo de construção desse TCC, assim como à Bianca Diele por me coorientar e me aconselhar da melhor forma possível.

## EPÍGRAFE

“You have to act as if it were possible to radically transform the world. And you have to do it all the time.”

Você deve agir como se fosse possível transformar radicalmente o mundo. E você deve fazer isso o tempo todo.

(Angela Davis)

## RESUMO

O surgimento de uma demanda crescente por água potável tem mobilizado de forma urgente os agentes públicos, visto que esse recurso se encontra cada vez mais degradado e mal distribuído. Considerando o caráter imprescindível da inserção da proteção ambiental na agenda pública, principalmente por meio de uma legislação específica de preservação e na execução de políticas públicas, entendemos ser necessário ao gestor(a) público(a) ir além, buscando alternativas técnicas democráticas, capazes de, por um lado, evitar uma maior degradação e, por outro, possibilitar uma reversão do cenário atual. Por esses motivos, o objetivo da presente pesquisa foi analisar e propor uma técnica alternativa, a bioissorção realizada com a casca de banana, como instrumento que poderá vir a fazer parte das políticas públicas voltadas para a remediação da degradação ambiental. A metodologia adota foi a revisão bibliográfica de autores que discorrem sobre a história da água assim como sua influência simbólica para a sociedade durante as diversas mudanças nos contextos políticos, econômicos e sociais, além da gestão dos recursos hídricos ao longo dos séculos, assim como questões mais técnicas sobre gestão das águas no Brasil, gerando reflexão a respeito da ética do uso das águas e sua relação com a promoção da justiça ambiental. São analisadas também as ações governamentais frente à contaminação da Baía de Guanabara afim de compreender como as políticas públicas atuais desconsideram algumas tecnologias nos processos de descontaminação e de que forma a bioissorção poderá contribuir para a melhoria da qualidade de água da Baía de Guanabara.

**Palavras-chave:** Água. Políticas Públicas. Bioissorção. Casca de banana.

## **ABSTRACT**

The emergence of a growing demand for drinking water has urgently mobilized public agents, as this resource is increasingly degraded and poorly distributed. Considering the indispensability of the inclusion of environmental protection in the public agenda, especially through specific preservation legislation and the implementation of public policies, we believe it is necessary for the public manager to go beyond, seeking democratic technical alternatives capable of on the one hand to avoid further degradation and on the other to enable a reversal of the current scenario. For these reasons, the objective of this research was to analyze and propose an alternative technique, the banana peel biosorption, as an instrument that may become part of public policies aimed at the remediation of environmental degradation. The methodology adopted was the literature review of authors who discuss the history of water as well as its symbolic influence on society during the various changes in political, economic and social contexts, as well as the management of water resources over the centuries, as well as issues more techniques on water management in Brazil, generating reflection on the ethics of water use and its relationship with the promotion of environmental justice. Governmental actions against contamination of Guanabara Bay are also analyzed in order to understand how current public policies disregard some technologies in the decontamination processes and how biosorption may contribute to the improvement of Guanabara Bay water quality.

**Keywords:** Water. Public policy. Biosorption. Banana peel.



## **LISTA DE SIGLAS**

AGENERSA: Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico

BID: Banco Interamericano de Desenvolvimento

CBH: Comitê da Baía Hidrográfica

DNOS: Departamento Nacional de Obras e Saneamento

ETE: Estação de Tratamento de Esgoto

ETA: Estação de Tratamento de Água

INEA: Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro

PDGB: Programa de Despoluição da Baía de Guanabara

CEDAE: Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

COFIEEX: Comissão Interministerial de Financiamentos Externos

SERLA: Superintendência Estadual de Rios e Lagoas

SOSP: Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos

Feema: Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente do Rio de Janeiro

GEDEG: Grupo Executivo da Despoluição da Baía de Guanabara

PNUD: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PSAM: Programa de Saneamento dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara

SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SEA: Secretaria Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	11
<b>2 JUSTIFICATIVA</b>	15
<b>3 OBJETIVOS</b>	16
3.1 Objetivo Geral	16
3.2 Objetivos Específicos	16
<b>4 HISTÓRIA DAS ÁGUAS: SIMBOLOGIA E GESTÃO</b>	17
4.1 Antiguidade	17
4.2 Idade média	19
4.3 Renascimento europeu	21
4.4 Modernidade	21
<b>5 O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DAS ÁGUAS</b>	24
5.1 Justiça Ambiental	26
5.2 Gestão das águas no Brasil	29
<b>6 BIORREMEDIAÇÃO: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA A DESCONTAMINAÇÃO HÍDRICA</b>	31
6.1 Bioissorção	33
<b>7 METODOLOGIA</b>	34
7.1 Baía de Guanabara	35
7.1.1 Degradação e a tentativa de regressão	36
7.2 Programa de Despoluição da Baía de Guanabara	40
7.2.1 Principais propostas	42
7.2.2 Considerações finais do PDBG	43
7.3 O legado dos jogos olímpicos	45
7.3.1 Programa de Saneamento dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara	46
7.3.2 Estações de tratamento de Esgoto – ETEs	50
7.3.2.1 Etapas de tratamento	50
7.4 Uso do carvão ativado como adsorvente	54
7.5 Casca de banana como bioissorvente	55
7.5.1 Status econômico e social	55
7.5.2 Capacidade de bioissorver poluentes	57
<b>8 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	58
<b>9 CONCLUSÃO</b>	60
<b>REFERÊNCIAS</b>	63

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo das últimas décadas, o meio ambiente vem sofrendo muita pressão e degradação, esse cenário se deve a constante exploração feita seguindo a lógica neoliberal que objetiva sobretudo o lucro em conjunto com o desconhecimento e/ou recusa da utilização de técnicas não degradantes.

Segundo Shiva (2000), a palavra recurso significa, originalmente, vida. Vinda do verbo “surgere” em latim, passa a ideia de fonte perene advinda do solo.

Como fonte perene, se mantém mesmo que utilizada incontáveis vezes. Para a autora, a palavra demonstra a relação equilibrada e harmoniosa, “uma antiga relação de respeito entre seres humanos e natureza” (SHIVA, 2000, p.300). O homem deve respeitar a dádiva que lhe foi concedida pela natureza.

No entanto, dentro do contexto econômico, social e político que surgiram com o processo de industrialização, esse significado de recurso se modificou. Passou a ser base, matéria prima da produção industrial, insumo indispensável para o projeto de desenvolvimento econômico.

Os recursos naturais passaram a servir à lógica da exploração econômica, deixando de ser perenes, dependendo agora da ação humana. Shiva (2000) afirma que predomina a ideia de que os recursos naturais dentro desse novo contexto necessitam ser desenvolvidos através de processos realizados pelo homem. Acabou a relação de reciprocidade e a natureza perdeu sua capacidade regenerativa dependendo do agir humano.

A lógica passou a ser a de exploração ilimitada. A autora afirma que o processo de exploração ocorreu em duas etapas: a primeira, em que não havia prévio planejamento sobre a exploração dos recursos, sem preocupação com a possibilidade de escassez e, a segunda, em que surge o gerenciamento desses recursos, que após décadas de destruição, se mostraram escassos, necessitando descobrir uma forma de remediação.

Nessa segunda fase, a tecnologia surgiu como solução para as questões de superação da escassez. Havia naquele período uma euforia com o desenvolvimento da tecnologia. Acreditava-se que essa substituiria a necessidade que se tinha dos

recursos naturais e que apenas com ela em junção com o capital seria suficiente para alavancar a economia.

Nos anos 70, no entanto, descobriu-se com a exploração do petróleo, que esses entre outros recursos não tinham capacidade de se regenerar, sendo não renováveis, abrindo um período de debate sobre os limites da exploração. Porém esse não abrangia todos os recursos, e a preocupação era restrita aos recursos não renováveis, os pensando apenas no cunho econômico. Por fim, chegaram a conclusão de que era possível viver bem sem recursos naturais, como afirmou no período o Robert Solow, ganhador do prêmio Nobel de economia, por fazer tais declarações. (SHIVA, 2000)

Shiva (2000) discorre como a transformação do significado da natureza e de sua exploração foram essenciais para alavancar o projeto de desenvolvimento econômico até o momento em que esse se torna sua ruína.

Atualmente, observa-se que um dos principais problemas ambientais é a contaminação de corpos hídricos, principalmente pelos processos industriais. A poluição das águas acontece quando a ela são adicionadas substâncias, de forma direta ou indireta, que alteram suas características físicas e químicas, prejudicando toda vida que nela existe e a utilização dessa pela sociedade. (PEREIRA, 2004)

As fontes de poluição são diversas, sendo a poluição por metais uma das principais. O descarte de metais em cursos hídricos tem se dado em altas concentrações, principalmente no último século, devido à expansão da produção industrial e falta de regulação a respeito da destinação dos resíduos industriais. De acordo com a CETESB (2012) os contaminantes que são os principais agentes degradantes dos ecossistemas aquáticos e que mais causam problemas de saúde à população são os metais como cádmio, chumbo, cobre e mercúrio.

Essa questão ambiental tem sido foco de diversos debates e discussões tanto quanto a forma de evitá-la e, no pior dos casos, remediá-la. Ao longo dos anos algumas políticas públicas foram implementadas em todo o mundo com essa finalidade, mas a eficiência delas em relação ao custo benefício se mostraram duvidosas.

Com a presente pesquisa, desejamos apresentar uma ação técnica alternativa para a regeneração das águas contaminadas: dentre as técnicas de biorremediação,

há uma chamada “biossorção”, que consiste em mecanismos que objetivam imobilizar uma ou mais espécies metálicas a partir de uma biomassa, os chamados biossorventes (VOLESKY, 2004 apud SILVA et al., 2013). Os biossorventes podem ser incinerados e mandados a aterros após a captura de metais ou outros agentes poluentes, resultando em uma solução concentrada de metais que pode ser processada com técnicas, como a de eletroquímica, que recupera o metal no final do processo. (MONTEIRO, 2009 *apud* SILVA et al., 2013)

A partir de minha formação prévia enquanto Técnica em Meio Ambiente, através das aulas de química em laboratórios e da elaboração do meu trabalho de conclusão de curso, obtive contato com um biossorvente que se mostrou bastante eficaz e com ótimo custo benefício: a casca de banana desidratada. A banana é um fruto que possui importância social e econômica, pois seu consumo é elevado, assim como sua produção em regiões tropicais e seu custo é relativamente baixo. Entretanto o descarte inadequado, principalmente da casca, além das perdas no transporte e produção, representa um potencial poluidor de ambientes, devido ao seu acúmulo. Sua utilização em processos, como a biossorção, poderia de um lado, contribuir com uma destinação mais “inteligente” para a casca e, de outro, remediar áreas atingidas pela contaminação hídrica. (BONIOLO, YAMAURA, MONTEIRO, 2008)

Revisando as pesquisas de Boniolo, Yamaura e Monteiro (2008), que estudam como a casca de banana seca pode ser utilizada na biossorção de urânio, esse trabalho se embasa na técnica utilizada por eles e amplia as possibilidades de utilização da casca de banana, analisando seu potencial como biossorvente de outros contaminantes, como óleos e metais, além de propor a técnica como parte dos processos de descontaminação das águas implementados pelas políticas públicas atuais.

Este trabalho tem como objetivo geral auxiliar na implementação de políticas públicas voltadas a remediação das águas poluídas através de uma técnica alternativa e acessível de biorremediação de recursos hídricos degradados. Meu objetivo específico será o de entender de que forma a casca da banana, enquanto biossorvente, poderia contribuir com essa proposta de biorremediação acessível.

A temática escolhida se deu pela minha experiência como técnica em meio ambiente e pela observação de uma lacuna em relação às temáticas abordadas no curso de Gestão Pública em relação ao meio ambiente e às políticas públicas voltadas

para esse âmbito. Assim, trata-se de uma proposta de intervenção de uma futura gestora pública em um plano a um só técnico e político: busco uma técnica alternativa democrática que poderá ser empregada por pessoas comuns e disseminada pelos órgãos de gestão ambiental e de saúde.

Esta pesquisa pretende levantar, em primeiro lugar, as políticas públicas utilizadas para resolver o problema da degradação hídrica. O recorte espacial será o estado do Rio de Janeiro, especificamente a região do entorno da Baía de Guanabara. Serão analisados os processos tradicionais utilizados para o tratamento da água atualmente; estes serão, comparados com o processo de bioissorção, especificamente quando essa é feita através da casca da banana e serão, sistematizados os benefícios e malefícios deste método, nas esferas econômicas, ambiental e social.

A revisão bibliográfica está dividida em 3 grandes seções.

Na seção 4 - HISTÓRIA DAS ÁGUAS: SIMBOLOGIA E GESTÃO - é feito um breve resumo de como os primeiros povoados humanos se movimentaram segundo a disponibilidade dos recursos hídricos e como a gestão desse recurso mudou conforme a demanda foi aumentando, abordando as principais características dos instrumentos utilizados para administrar e distribuir água, além da relação cultural, econômica e social da sociedade com a água durante o período da Antiguidade (subseção 4.1), da Idade Média (subseção 4.2), do Renascimento Europeu (subseção 4.3) e da Modernidade (subseção 4.4).

Na seção seguinte - 5 A GESTÃO E O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DAS ÁGUAS – São abordados questões mais técnicas sobre os conceitos de gestão, governança, governamentalidade. Abordando os modelos de gestão dos recursos hídricos e levantando suas implicações. Essa parte conta com a subseção 5.1 - Justiça Ambiental – na qual é discutida o que se entende por justiça ambiental, assim como o papel da gestão pública como instância responsável por implementar políticas que visem a diminuição da desigualdade ambiental. Por fim é feito uma análise mais profunda sobre as características da gestão formal das águas no Brasil, com um breve resumo histórico, destacando os principais marcos e mudanças nesse sentido na subseção 5.2 - Gestão das águas no Brasil.

Por sua vez a seção 6 - BIORREMEDIAÇÃO: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA A DESCONTAMINAÇÃO – levanta as informações mais básicas a respeito do

processo de biorremediação, apontando o porquê dele ser uma potencial solução para a descontaminação. Na subseção 6.1 – Bioissorção – é descrito o processo de bioissorção, seus principais agentes e suas vantagens frente aos processos tradicionais adotados para retirar resíduos contaminantes das águas.

Na metodologia são delineadas as etapas e métodos seguidos para atingir os objetivos preestabelecidos. Sendo as principais fases: a escolha de um corpo hídrico contaminado e análise das políticas públicas implementadas sobre esse corpo afim de entender de que forma a bioissorção pode ser uma técnica alternativa associada às políticas públicas.

É nesse momento em que é feita a exposição das propriedades da casca da banana como agente bioissorvente para fins de comparações posteriores, na seção 8 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Atualmente, dado o caráter vital de se reafirmar a importância da questão ambiental na agenda pública, a gestão pública vê-se diante do desafio de gerir recursos naturais afim de preservá-los, protegendo ecossistemas e populações frente à convenção mercantil de seus territórios e, quando possível, pensando em métodos alternativos para remediar os casos em que medidas de prevenção ou de precaução não foram capazes de deter a degradação ambiental. Essa normalmente recai sobre os grupos sociais vulneráveis.

A contaminação dos corpos hídricos hoje é composta por uma complexa mistura de substâncias, muitas delas tóxicas, que não são retiradas nos processos convencionais de tratamento tanto de água quanto de esgoto. Além de termos na Baía de Guanabara despejos de efluentes industriais e chorume.

Por esse motivo, por meio desse trabalho analisaremos o processo de bioissorção, visando a descontaminação hídrica e seus possíveis impactos no ambiente, observando assim sua relevância como processo passível de ser incorporado na implementação de futuras políticas públicas.

Nesse caso, especificamente, o agente principal utilizado no processo de bioissorção é a casca da banana, que é geralmente descartada, sem utilidade social. Nesse sentido o estudo aqui feito pode contribuir com a mitigação de outro problema, o volume de resíduos sólidos descartados mandados nos aterros e lixões.

Por todas as motivações aqui expressas, a maior produção de estudos e conteúdos sobre esse método alternativo pode ser o início de um processo de transformação que começa na academia e estende seus reflexos para a realidade social. Principalmente em relação à Gestão Pública que apesar de abranger as questões ambientais, não tem tantos estudos em relação como incorporar técnicas alternativas nas políticas públicas, daí seu caráter cada vez mais necessário e pertinentes.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Pensando na problemática da contaminação da água por diversos poluentes, como metais e óleos, e no método alternativo de recuperação, a bioissorção, existe a possibilidade de concepção e implementação de diversos projetos visando a melhoria na qualidade de vida dos moradores de áreas degradadas por meio do tratamento dos corpos hídricos.

Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo geral, auxiliar na implementação de políticas públicas voltadas a remediação das águas poluídas, através de uma técnica alternativa que pode ser utilizada dentro das estações de tratamento de esgoto e de água, acessível e democrática de biorremediação de recursos hídricos degradados.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a gestão dos recursos hídricos através do tempo;
- Analisar algumas políticas públicas adotadas para despoluir a Baía de Guanabara, levando em consideração seus acertos e falhas;



- Descrever os benefícios da utilização da casca de banana como bioissorvente em âmbito econômico e social;
- Sugerir a implementação do processo de bioissorção como parte de políticas de despoluição da Baía de Guanabara;
- Descrever os atuais sistemas de tratamento de esgoto na Baía de Guanabara.

## **4 HISTÓRIA DAS ÁGUAS: SIMBOLOGIA E GESTÃO**

A questão da água sempre foi de fundamental importância para as sociedades humanas, uma vez que, sem ela não há vida, então seu uso sempre precisou ser feito de forma criativa e engenhosa. Os povoados antigos se instalavam sempre nas proximidades de fontes de água, porém, com o advento das cidades e o aumento da concentração de pessoas, as fontes, muitas vezes, se mostraram insuficientes ou ficaram expostas à contaminação (SILVA, 1998).

Os povos antigos já demonstravam preocupação em relação à disponibilidade hídrica, como atestam documentos com cerca de 4.000 a.C da região do Egito Antigo e da Mesopotâmia, contendo informações sobre obras de irrigação, captação e abastecimento de água potável e sobre a irrigação de lavouras em terraços (SILVA, 1998).

### **4.1 Antiguidade**

No antigo Egito, a sociedade era bastante organizada em relação ao uso dos recursos hídricos. O Rio Nilo, fonte de água mais importante da região, tinha seu fluxo monitorado por meio de um dispositivo administrativo, que projetava os níveis de água em relação ao período do ano (SILVA, 1998), garantindo uma boa gestão dos diferentes usos da água.

Segundo Azevedo Netto (1959), além do abastecimento e irrigação feitos com água potável, se tinha uma preocupação com a destinação dos dejetos, pois já era de conhecimento de alguns as doenças que a água contaminada poderia disseminar. Assim existiam diversas obras voltadas para o saneamento, como galerias de esgotos

por volta de 3.750 a.C em Nippur, na Índia. Outras civilizações possuíam vasos sanitários, alguns canais de esgoto tinham abertura para inspeção.

A água não era vital apenas biologicamente, mas também no quesito da fé associada às religiões predominantes na época. Schama (1996) afirma que nos momentos históricos em que algumas regiões do delta do rio Nilo secavam haviam rupturas políticas ou substituição de Faraó. A redução da oferta hídrica seria, assim, possível estopim para ações contestatórias.

Há, ainda, conhecimento sobre civilizações inteiras que foram dizimadas pela seca do Rio Tigre e do Eufrates, como a civilização acadiana. Outras não foram extintas, mas sofreram muito com os desequilíbrios ambientais (SILVA, 1998).

Já na Grécia antiga, pensando na distância entre as fontes de água e as cidades, foi criada uma tecnologia para captar e distribuir água mesmo para as cidades mais distantes. O sistema de distribuição de água contava sobretudo com túneis de condução e pressurização dos encanamentos. Porém mesmo com esse sistema, por conta de variações naturais dos rios, como suas variações sazonais de vazão por exemplo, também faziam o armazenamento da água da chuva em cisternas (SILVA, 1998).

Segundo Silva (1998), assim como no Egito antigo, a Grécia também tinha uma forte preocupação com os recursos hídricos, fazendo obras não só no âmbito de distribuição, mas também afim de assegurar o saneamento. Em Atenas, por exemplo, foram encontrados até mesmo sistemas de descargas para os vasos sanitários. Documentos apontam que os gregos antigos possuíam grandes preocupações sanitárias pelo suprimento de água e a eliminação dos esgotos.

Ainda segundo Silva (1998), o século IV a.C., na Roma antiga foram feitas obras hidráulicas bastante importantes para a população. O fator inédito foi o desenvolvimento de um medidor de uso de água. O consumo passava de 750 milhões de litros por dia, se contarmos apenas os banhos públicos (havia 856) e as 14 termas que aí existiam. O controle dos reservatórios de água era feito por algumas pessoas, responsáveis também por incentivar o bom uso da água pela população. Esse serviço de medição de água era pago em uma taxa única. Existia na Roma antiga uma relação de repúdio com o desperdício de água: apenas podiam ser utilizadas para banho as águas que transbordavam das fontes, e por elas era cobrada uma taxa extra.

Segundo Costa (1994), Roma era abastecida por um sistema constituído por onze aquedutos, contando com uma distribuição diária de água de cerca de 1000 litros por habitante, muito além do necessário para o consumo humano da época.

## **4.2 Idade média**

Contudo, esta preocupação com relação à distribuição e à quantidade de água parece ter sido reduzida durante a época medieval havendo, de maneira geral, um declínio das condições sanitárias, bem como um consequente avanço das epidemias (SILVA, 1998).

Durante a Idade Média predominaram grandes epidemias e o que se viu foi uma ruptura na consciência da importância da água para a vida. Durante esse período os cursos d'água passaram a ser utilizados sobretudo para mover a economia por meio do transporte.

Liebmann (1979) vai descrever esse período como um retrocesso em relação ao saneamento. O consumo de água por pessoa em alguns locais era menor do que um litro por dia, agravando as condições de higiene e por consequência de saúde da população. A preocupação era sobretudo de se manter as margens de rios para assegurar as navegações que moviam quase que completamente a economia.

Guillerme (1990) afirma que após a queda do Império Romano, a relação com a água foi de sacralização, havia um caráter sagrado nos recursos hídricos. Já nos séculos X e XI, com o avanço do Cristianismo, houve uma mudança completa na relação das sociedades com a água. Os povoados, ainda se desenvolviam próximos aos corpos hídricos, porém muitos pântanos e áreas úmidas foram completamente drenados para dar lugar a novas ocupações.

Leray (1982) afirma que quase que todos os esforços eram voltados para a construção de portos, barragens, eclusas e até mesmo canais artificiais, enquanto o saneamento ficou em segundo plano. Passou-se de uma lógica em que a água era essencial para a vida e como elemento sagrado associado a uma fé, que envolvia uma relação de reciprocidade de respeito em relação à natureza, para uma lógica em que a água é um meio essencial para a expansão mercantil.

Ainda segundo Guillerme (1990), a economia desse período era caracterizada sobretudo pela concentração e desenvolvimento de uma infraestrutura artesanal que tinha o abastecimento de água direto dos rios. Houve, então, um aumento da dependência da água não só em quantidade, mas em qualidade a ponto do planejamento de muitas cidades ter passado a ser feito quase que totalmente em função da disposição e do fluxo dos corpos hídricos que existiam internamente.

A infraestrutura hidráulica se mostrou tão fundamental que permaneceu quase que inalterada por durante os sete séculos seguintes. A água ganhou um caráter social mais enfático a partir dali, com construções de fontes artificiais que serviam sobretudo de ponto de encontro dos indivíduos, além de ter papel fundamental na sociabilidade urbana por serem mantidas de forma coletiva pelos cidadãos. Essas davam um caráter de urbano para o território. (CALABI, 1990)

Na Europa, grande parte das famílias era responsável por garantir sua fonte própria de água: normalmente escavam-se poços dentro do terreno das casas, mas a forma como o faziam e mantinham não era adequada a fim de garantir sua potabilidade, por isso era comum que ficassem contaminadas e disseminassem doenças.

À medida que cresciam as aglomerações, as autoridades locais implantavam sistemas de esgotos, ou transferiam certas atividades para a periferia. Em algumas dessas cidades, as administrações regulamentaram normas para rios como o Tibre (em Roma) e o Sena (em Paris), proibindo o lançamento de animais mortos em seus cursos d'água, solicitando aos curtidores não lavar peles de animais nas águas ribeirinhas e impedindo os tintureiros de jogar corantes nos rios (SILVA, 1998, p. 33).

Segundo Silva (1998), foi no final da Idade Média que a relação entre a falta de saneamento e a disseminação de doenças ficou mais evidente, como em algumas normas legais implantadas. Pompeu (1976) ressalta o Ato Inglês, de 1388, como primeiro marco legal britânico sobre a poluição hídrica e do ar. Essa norma previa a proibição de descarte de dejetos na água.

Algumas leis que protegiam os mananciais foram promulgadas em 1453, afim de se fazer um controle das contaminações dessas águas. Entretanto, segundo Roche (1990) isso não foi o suficiente, a contaminação ambiental prosseguiu, com a destruição de florestas e a contaminação dos lençóis freáticos, que acarretaram o que ele chama de “a primeira grande transformação dos ecossistemas” (p.115).

### **4.3 Renascimento europeu**

Nesse período conhecido como o Renascimento Europeu, segundo Guillerme (1990) em função das guerras recorrentes, as cidades foram forçadas a fazer fossos e aumentá-los constantemente ao redor de suas muralhas, o que resultou em águas paradas como foco diversas doenças.

Silva (1998), afirma que a partir do começo do século XVII, a água começou estar associada a obras de caráter artístico com o desenvolvimento dos chafarizes. Baseados na hidráulica alexandrina, os princípios desenvolvidos serviam para além da estética, eles possuíam conhecimento necessários para resolver problemas relacionados ao abastecimento de água.

Ainda segundo o autor, houve nessa época uma retomada da tradição hidráulica romana. No século XIII foram feitas diversas obras incluindo algumas de reconstrução de aquedutos construídos durante o Império Romano.

Já no século XVI, no que Schama (1996) denomina como hidráulica cristã, foram construídos diversos chafarizes e banhos públicos além de outros equipamentos sanitários. Os chafarizes, em particular, tinham um papel diferenciado e, originaram uma “nova hidráulica sacra” que associava a água à misticidade e à cristandade.

Porém, como dito, naquele momento a preocupação com a estética não era única; a distribuição também era foco das obras. As cidades controlavam a distribuição das águas através de mecanismos de canalização que estavam submetidas a uma vigilância constante (ROCHE, 1990).

A vigilância era feita por oficiais designados pelo próprio Rei e o consumo era pago: naquele momento já era possível vislumbrar os conflitos em relação à posse dos recursos hídricos.

### **4.4 Modernidade**

O período moderno veio com a descoberta e o desenvolvimento de diversas técnicas novas. Na França por exemplo, segundo Roche (1990), ocorreu entre 1639 e 1660 uma pequena revolução em relação às tecnologias hidráulicas, com a

utilização de bombas que captavam mais rapidamente água dos corpos hídricos. Ao melhorar a capacidade técnica de captação, a capacidade de gestão e controle também tiveram que avançar. Por esse motivo houve, naquele momento, uma delimitação mais clara entre o público e privado e o controle sobre os recursos passou a ser maior.

Em 1686, foi publicado o Tratado do Movimento das Águas e de outros Corpos Fluídos, que continha uma metodologia para medir a velocidade de escoamento e das vazões dos rios, metodologia essa desenvolvida por Edmé Mariotte.

SILVA (1998) afirma que houve nesse período também um desenvolvimento acentuado da indústria têxtil que, como estratégia para uma maximização do uso da água, se instalou quase que completamente nas áreas mais baixas fora da cidade e o vapor se mostrou crucial tanto para essa indústria como para o desenvolvimento econômico e o processo de urbanização ocidental.

A invenção da máquina a vapor mudou a forma de bombear água levantando o questionamento de que forma deveria ser feito o abastecimento de Paris. Existiam como referência naquela época dois modelos principais: o inglês, que se utilizava da máquina à vapor para bombear água para o interior da cidade e o modelo romano, que até então utilizava o processo de adução dos rios e captação das fontes, tendo como principal agente a força da gravidade, por esse motivo o modelo inglês era mais complexo e, conseqüentemente, mais caro.

Silva (1998) afirma que nesse período se mobilizaram esforços para melhorar quantitativamente e qualitativamente a tecnologia hidráulica, já que existia uma demanda crescente oriunda do processo de urbanização cada vez mais intenso. Existia então, uma necessidade de se produzir mais pesquisas em torno desse assunto, a fim de encontrar novas soluções técnicas.

Seguindo essa tendência, o autor, Silva (1998), afirma que em meados do Séc. XIX, houve o início da implantação de sistemas de saneamento e foi a partir desse momento que a administração pública se mostrou presente desenvolvendo uma legislação específica na Inglaterra.

Na Inglaterra, por sua vez, embora a introdução do sistema de rede de esgotos tivesse transferido as águas servidas aos cursos d'água, que antes permaneciam nas ruas, foram os resíduos industriais, pela sua 'nocividade',

os primeiros a serem incluídos na lei britânica de controle de poluição das águas de 1833 (SILVA, 1998, p. 38).

Em relação ao combate à poluição, o texto mais antigo encontrado (1829) já previa sanções para o indivíduo que lançasse drogas ou produtos que tivessem como reação o envenenamento da fauna e flora dos ecossistemas presentes nos corpos hídricos (POMPEU, 1976)

Roche (1990) afirma que a administração se mostrava preocupada com a população e com as doenças que essa podia contrair por falta de saneamento e abastecimento de água adequado, implementando um controle sanitário associado a processos de “higienização social”. A saúde da população era vista, segundo o autor, sob uma ótica privilegiada e aristocrática.

A higienização social, Segundo Abreu (1996), surgiu na Europa e se torna relevante durante a revolução industrial com a republicação da obra de Hipócrates, intitulada “Sobre os ares, águas e os lugares”, e com a divulgação das ideias do médico inglês Thomas Sydenham (1624 -1689). Esse pensamento estabelece ligação direta entre as doenças, epidemias e o meio natural (MACHADO 2011).

Ao fazer essa associação, surge uma discriminação dos grupos tidos como agentes poluidores, os mendigos, os artistas de rua, a população mais pobre grande alvo das epidemias. Esses grupos, que apresentavam um comportamento diferente daquele considerado adequado pelas elites dominantes do período e, que estavam presentes no espaço urbano são vistos por esse modelo como agentes que sujam o ambiente (MAIA, 2014).

Segundo Maia (2014), houve uma tentativa de vigiar e disciplinar a fim de fazer esses grupos agirem conforme um padrão, porém o crescimento populacional era muito rápido e isso se tornou impossível. Por esse motivo, se tornou comum práticas de exclusão desses grupos. Em uma tentativa de limpar a sociedade, grupos específicos foram marginalizados e visibilizados, por serem vistos como fonte de doenças e comportamentos indesejados

Assim, a visão higienista tornou-se dominante no século XIX e início do século XX, porém outras correntes de pensamento, no campo da medicina e administração pública, passaram a entrar em cena a partir das novas descobertas científicas, colocando em questão o modelo sanitário adotado até esta época (SILVA, 1998, p. 38).

No Brasil esse modelo higienista surgiu durante o império, através de ações repressivas e autoritárias por parte do governo. Esse, se recusava a combater as epidemias com investimento em saneamento básico, agindo por meio da violência principalmente com a população que habitava os cortiços (habitações coletivas insalubres).

Essas ações eram fundamentadas nas ideias dos intelectuais da medicina que moravam no Brasil. Eles eram responsáveis por fazer uma análise não só de caráter biológico, mas de caráter social e de vigilância moral a respeito do comportamento humano. Esses médicos eram conhecidos como sanitaristas e higienistas.

Em muitos momentos a solução para os problemas passava pela “limpeza” desses ambientes. Durante o Império, essa noção de “limpeza” não chegaria ao extremo da década de 1900, com a expulsão da população pobre do centro da cidade do Rio de Janeiro. Mas medidas repressivas e fiscalizadoras foram adotadas já na década de 1850. Duas grandes epidemias ocorreram nessa década: uma de febre amarela em 1850, e uma de cólera em 1855. (PINTO, 2019 p. 1)

## **5 O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DAS ÁGUAS**

Fracalanza e Campos (2010) ressaltam que a forma de articulação e, principalmente, de negociação entre os diversos atores envolvidos no processo de gestão das políticas públicas das águas é em geral falha ou apenas pontual no êxito.

A gestão dos recursos hídricos inclui a política das águas, seu plano de uso, o controle e proteção destas e, por fim, o gerenciamento e monitoramento dos usos da água. Existem, ainda, três modelos básicos de gerenciamento de recursos hídricos: o burocrático de gerenciamento, o econômico financeiro e o sistêmico de integração participativa (YASSUDA, 1989).

O mais antigo e mais utilizado, o modelo burocrático, é caracterizado pela hierarquização das atividades e pela racionalidade predominante. Nesse modelo há a presença dos mecanismos legais em relação às águas, incluindo dispositivos explícitos na Constituição.

Já o modelo econômico-financeiro é caracterizado principalmente pelos instrumentos e agentes econômicos e financeiros que movem os mecanismos legais estipulados no modelo anterior.



Por fim, existe o modelo sistêmico de integração participativa que absorve muitas coisas dos demais modelos, mas põe em prática muitas inovações em relação a métodos. Yassuda (1989), exemplifica isso com a adoção do recorte da “bacia hidrográfica” como referência para as ações de gerir e planejar. Alguns métodos predominantes nos modelos anteriores são aí repensados, os processos de decisão são mais democráticos, com deliberação multilateral, com agentes de diversos grupos da sociedade. Nesse modelo o que predomina é a característica de compartilhamento:

[...] os conselhos, comitês ou agências de bacia hidrográfica; garantia da “[...] participação formal dos usuários da água e dos representantes das classes sociopolítica e empresarial da bacia em questão na análise e aprovação dos planos e programas de utilização e conservação múltipla e integrada dos recursos hídricos (YASSUDA, 1989, p. 49).

Esse modelo ainda inclui questões sobre formas de cobrar pelo uso dos recursos hídricos, pensando sempre em políticas que se auto sustentem, cobrindo os custos para a realização de ações que atendam ao interesse comum, além de promover a conscientização sobre o recurso a fim de evitar mal uso e desperdício. (YASSUDA, 1989).

Já em relação às políticas públicas das águas, devem ser levados em consideração 3 fatores: a organização política administrativa, o papel do Estado no processo e a abordagem em relação à questão hídrica (LANNA, 1999).

A organização política-administrativa diz respeito à centralização ou descentralização do poder de um território específico. Já o papel do Estado, é a respeito do planejamento e organização do que é prioridade, envolvendo aspectos de implantação, fiscalização, monitoramento, avaliação, gestão e avaliação de políticas públicas (LANNA, 1999).

[...] bem como o nível de abertura do processo democrático para que seja possível negociar no interior dos espaços públicos e elaborar políticas que considerem os princípios de equidade, justiça social e sustentabilidade ecológica, além da própria eficiência econômica perseguida há algum tempo [...] (CAMPOS; FRACALANZA, 2010, p. 366).

Por fim, a abordagem usada para lidar com a questão das águas, é responsável pela escolha de qual política vai ser implementada e quais as técnicas e instrumentos serão empregados, pensando ainda na questão do território que vai ser alvo da gestão (LANNA, 1999).

Para conquistar o êxito na implementação das políticas públicas, é necessário que o Estado tenha capacidade financeira, instrumental e operacional mínimas, se houver uma defasagem em algum desses âmbitos, dificilmente a política pública será devidamente implementada (CAMPOS, 2008).

Uma nova proposta de gestão das águas deveria sobretudo repensar questões como a disponibilidade e qualidade das águas, além de considerar sempre as condições do ecossistema. O princípio da sustentabilidade e os instrumentos de governabilidade também seriam de fundamental importância para uma nova forma de gestão dos recursos hídricos (CASTRO, 2002; CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

## **5.1 Justiça Ambiental**

O processo de urbanização do Brasil foi marcada pelo crescimento acelerado e desordenado das cidades, explicado pelo eixo migratório que correspondia a deslocamento da população da região do Norte e Nordeste para o Sudeste, fluxo que durou décadas, como consequência do crescente desemprego estrutural causado pela modernização agrícola e substituição de mão de obra humana por máquinas nas áreas rurais (MELLO; NOVAIS, 1998).

Esse processo de urbanização contribuiu para a inclusão profundamente precarizada de grupos específicos de acordo com o baixo status econômicos desses. Essa “inclusão vulnerável” se deu na forma da alocação desses grupos em regiões ditas de risco, como margens de corpos hídricos e com difícil acesso a recursos básicos de sobrevivência. (SEN, 2008; HOGAN *et al*; 2001).

Normalmente, essas áreas próximas a rios, represas ou até mesmo encostas são lugares de ocupações pelos grupos sociais vulnerabilizados, pois são as únicas regiões em que não há um interesse pelo mercado imobiliário (HOGAN *et al*; 2001).

Muitos pesquisadores e gestores das áreas ambientais criticam as políticas de desenvolvimento sem planejamento a respeito dos recursos a longo prazo, por essas não considerarem o esgotamento e degradação dos recursos naturais, visando somente o lucro através da exploração insustentável. Esses afirmam que a perda econômicas e sociais decorrentes dessa má gestão são imensuráveis (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003).

Ainda hoje há uma ideia predominante de que a sociedade é por igual vítima dos impactos causados pela degradação ambiental. Todas as mídias sociais, televisão, jornal, internet disseminam a o pensamento de que todos os indivíduos estão sob efeitos da crise ambiental sem distinção alguma, ou seja, que os riscos ambientais são democráticos.

Segundo Acselrad, Mello e Bezerra (2009) é equivocada a visão de que a crise ecológica, produzida pelas técnicas de exploração e reprodução sem controle adequado, é global e generalizada. Esse pensamento traz o meio ambiente como naturalmente escasso e, essa escassez ocorre de forma homogênea, sem levar em consideração questões geográficas, físicas, biológicas, sociais, políticas, entre outras questões. Os humanos também são pensados como iguais, sem distinção.

Enquanto que na realidade a crise ecológica é uma consequência dos agentes e ações regidas pela lógica neoliberal, essa destina os danos ambientais para as regiões e grupos sociais mais carentes de recursos financeiros.

A lógica neoliberal criou nesse contexto estratégias para soluções ecológicas, a modernização ecológica, na tentativa fazer do crescimento econômico a solução dos problemas ambientais. As estratégias são baseadas no desenvolvimento tecnológico como superação do problema ambiental e não levam em consideração a questão da desigualdade ambiental. Através dessas reformas liberais, havia sobretudo a legitimação do livre mercado, esse que atua como principal agente na promoção da desigualdade ambiental.

A justiça ambiental é o direito que as pessoas tem a um meio ambiente seguro, sadio e produtivo, além de pensar o meio ambiente em todas suas dimensões: ecológica, física, química, econômica, social e cultural.

Durante os anos 80, nos Estados Unidos da América, o movimento da justiça ambiental incorporou na mesma agenda as demandas das lutas sociais, territoriais, ambientais e dos direitos civis. Foi dentro desse contexto que foi comprovada que a distribuição dos impactos ambientais era desigual variando de acordo com a renda e raça predominante no território.

Segundo Acselrad, Mello e Bezerra (2009) existem duas formas de produzir injustiça ambiental: proteção ambiental desigual e acesso desigual aos recursos.

A primeira ocorre quando as políticas ambientais, regidas pela lógica neoliberal são omissas ou mal implementadas, gerando dessas formas um risco desproporcional para as diferentes parcelas das populações, com os grupos mais vulneráveis sofrendo um maior grau de incidência e intensidade desses riscos. Refletindo a respeito, é possível concluir que essa desigualdade não é natural e sim produzida. Segundo Acselrad, Mello e Bezerra (2009) essa é em decorrência de processos de tomada de decisão privados, de programas governamentais superficiais e ações regulatórias omissas e falhas.

Já a produção da injustiça ambiental pelo acesso desigual aos recursos, podem ocorrer de duas formas: na etapa de produção e na etapa do consumo.

Acselrad, Mello e Bezerra (2009) afirmam que durante a produção existem processos que geralmente destroem formas não capitalistas de apropriação dos recursos naturais, entre elas os autores citam a pesca artesanal e a agricultura familiar. Essas atividades alternativas de produção são minadas pelos grandes projetos de desenvolvimento, pelas atividades de produção em larga escala, como por exemplo os latifúndios monocultores.

Já na etapa de consumo, a dinâmica da injustiça ambiental ocorre pela concentração de bens.

Estima-se que 20% da população mundial consomem entre 70% e 80% dos recursos do mundo. Dados do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) apontam que são esses 20% que consomem 45% de toda a carne e de todo o peixe, que consomem 68% de toda a eletricidade, 84% de todo o papel, e que possuem 87% de todos os automóveis. (ACSELRAD, MELLO, BEZERRA, 2009, p. 75)

Pensar justiça ambiental não é só sobre sustentabilidade, implica também nas formas sociais de apropriação e no mau uso dos recursos que existe. A produção da desigualdade ambiental é intrínseca a desigualdade social, econômica e política. Ou seja, para promover a justiça ambiental é necessário prover justiça social.

Por esse motivo, é necessária uma boa gestão aplicada aos recursos naturais, integrando políticas públicas sobre bens ambientais, distribuição e acesso, além de políticas que regulem as atividades das grandes empresas e indústrias, garantindo

que população mais pobre e marginalizada não sofra com a falta desses recursos e nem com os riscos ambientais decorrentes da degradação ambiental.

## **5.2 Gestão das águas no Brasil**

Segundo Campos e Fracalanza (2010), a histórica da gestão das águas no Brasil quase sempre seguiu uma tendência fragmentada e centralizada. Fragmentada, pois os setores de energia, de agricultura, industrial, sempre faziam seus planejamentos de forma independente, demandando diferentes usos dos recursos hídricos de forma individual. Já a característica centralizada vem das ações do Governo Federal e dos governos estaduais que, sem a participação dos municípios, definiam em sua totalidade as políticas públicas das águas. A sociedade, usuária da água, também não tinha parcela de participação na tomada de decisão quanto a forma de gerir as águas.

Lanna (1999) afirma que durante o Séc. XIX, em meados da década de 20, o modelo burocrático predominava na gestão hidráulica, com predomínio de exploração irrestrita de recursos naturais visando sempre o desenvolvimento, tanto nacional, quanto regional. A ação do governo se restringia apenas em aprovar concessões e autorizar o uso. O marco desse período foi a promulgação do Código das Águas no ano de 1934.

Pensando, então, na experiência brasileira o que se vê atualmente é uma tentativa de implementar políticas públicas de gestão das águas cada vez mais descentralizadas e participativas, porém com uma história marcada por um Estado caracterizado pela constante intervenção e extremamente paternalista, a descentralização e participação se dão apenas no campo teórico, afirmam Campos e Fracalanza (2010).

Ainda de acordo com os autores, em meados do Século XX houve uma transição no modelo de gestão, para o econômico financeiro, em que predominava a atuação de entidades terceiras através de instrumentos econômicos, sobretudo os programas de investimentos em setores que eram usuários dos recursos hídricos.

Embora a Constituição Federal de 1946 tivesse uma tendência a escentralização do poder do Governo Federal para os governos estaduais, isso só se

deu na teoria, na prática era muito difícil de o fazer, principalmente depois de 1964, com o golpe militar. O marco desse período se deu em 1948 com a criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Durante a ditadura militar foram criados o Departamento Nacional das Águas e Energia (DNAE) e o Ministério de Minas e Energia no ano de 1965. Com isso, aprofundou-se uma gestão das águas regida pela lógica do setor de energia. Já na década de 70 houve um aumento da poluição e com ela um conflito entre esferas do setor público que, afirmando que se tratava de uma questão de saúde pública, os estados deveriam estar à frente do controle de poluição (BARTH, 1999).

Em 1980 foi aprovado o III Plano Nacional de Desenvolvimento, em que havia instruções para o desenvolvimento de uma política Nacional de Recursos Hídricos, com propostas para uma nova forma de fazer políticas públicas das águas. A Constituição Federal de 1988 também incorporou algumas sugestões, assim como a Constituição dos Estados de 1989 (BARTH, 1999).

Durante a década de 90 houve dois marcos legais importantes para a gestão hídrica no Brasil: a Lei Estadual nº 7.6631 de 1991 que institui uma Política de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo e a Lei Federal nº 9.433 de 1997, Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Segundo Costa (2013), a Constituição Federal de 1988 é o primeiro projeto de ampliação da democracia no Brasil, nela o caráter privado da água, anteriormente estabelecido formalmente pelo código de 1934, foi revogado, estabelecendo o domínio da União e dos Estados sobre os recursos hídricos. O domínio estadual instituído é independente do federal. No Capítulo VI sobre Meio Ambiente da Constituição, os recursos hídricos, assim como os demais recursos naturais, são descritos como bem de uso comum do povo.

Enquanto que, na PNRH, as águas são institucionalizadas como bem de domínio público, ou seja, não há possibilidade de apropriação dos recursos hídricos por uma pessoa ou entidade, garantindo acesso irrestrito de todos. A PNRH traz em seu texto os instrumentos de gestão de água que podem ser utilizados, enfatizando o caráter independente dos Estados, que podem enquanto gestor dos recursos hídricos formular regras próprias, desde que siga princípios gerais nacionais. Costa (2013),

afirma que essa competência dada aos Estados sobre a água tem restrições regidas pelas normas instituídas pela União.

## **6 BIORREMEDIAÇÃO: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA A DESCONTAMINAÇÃO HÍDRICA**

Segundo Bondioli et al. (2019), objetivando remediar áreas poluídas foram desenvolvidas diversas técnicas físicas e químicas. Normalmente a escolha de utilização de algum método específico leva em consideração alguns parâmetros para fim de comparação: nível de eficiência, praticidade de aplicação, tempo, e custo benefício, sempre em relação a área de interesse.

Dentro desses métodos, a biorremediação tem se mostrado bastante relevante por ser considerada ótima em todos os parâmetros anteriormente citados, além de se diferenciar dos métodos convencionais por não apresentar menor dano ambiental colateral demonstrando uma capacidade de adaptação para manutenção do equilíbrio ambiental, afirmam os autores Bondioli et al. (2019).

Então, de forma resumida o processo de biorremediação é a utilização de organismos vivos, como por exemplo plantas, ou bactérias, para eliminar parcialmente ou totalmente agentes contaminantes específicos no meio ambiente.

Nesse processo se faz de extrema importância, a consideração de fatores como temperatura, presença de oxigênio, nutrientes e pH do ambiente, esses podem comprometer a eficiência (BERGER, 2005; MUTECA, 2012).

A comunidade científica atual tem pesquisado e recomendado intensamente este processo biotecnológico, como uma alternativa viável para a descontaminação de ambientes; tais como águas superficiais, subterrâneas e solos, além de efluentes e resíduos industriais em aterro ou áreas de contenção (GAYLARDE; BELLINASSO; MANFIO, 2005).

A biorremediação se mostrou ser o melhor método especificamente para descontaminar ambientes poluídos por metais tóxicos e com moléculas que se mostram mais resistentes a degradação, denominadas “recalcitrantes” (GAYLARDE; BELLINASSO; MANFIO, 2005).

Segundo Prince (1993 apud FILHO, 2011), alguns estudos obtiveram uma eficácia de 90% de remediação de águas contaminadas com petróleo e outros compostos orgânicos após um ano da aplicação do processo de biorremediação em comparação com outras em que foram utilizados outros métodos e tiveram a eficácia de apenas 15%. Alguns consideram, pela forma de ação e eficácia, esse processo como um melhoramento da biodegradação, existindo 3 agentes de aceleração: “Bioestímulo (acréscimo de nutrientes); Bioaumento (introdução de microrganismos); Biorremediação intrínseca (atenuação natural/monitorada)” (FILHO; CORIOLANO, 2016 p. 139).

Vale ressaltar que a biorremediação não é um processo único, mas sim uma categoria que engloba várias formas de processos diversos.

Segundo Filho e Coriolano (2016), os processos relacionados à biorremediação podem ser classificados de acordo com o tratamento e a fase empregada. De acordo com o local de tratamento, os processos de biorremediação são denominados *in situ* (quando é realizado no próprio local) ou *ex situ* (quando há remoção do contaminante para tratamento em outro ambiente). Para cada processo deve se considerar qual tipo e quantidade de poluente, os custos para implementá-lo, sobretudo, a concentração final ao término do tratamento, pois é partir desses fatores, que se possibilitará o uso futuro dessa área. Porém, o uso desta técnica continua restrito por fatores econômicos e práticos.

Como foi dito, há diversas técnicas para remover contaminantes de efluentes, no caso de contaminantes de espécie metálica especificamente, temos o processo de floculação, precipitação, eletrólise e cristalização. Porém essas técnicas se mostraram insuficientes em termos financeiros e de descontaminação, além de serem muitas vezes complexos e exigirem umas estruturas bastantes específicas e nada práticas (BARROS et al., 2006). Além disso, dependem de insumos químicos e algumas vezes, tóxicos, sendo assim a biorremediação uma alternativa mais eficiente e eficaz.



## 6.1 Biossorção

Dentre os processos de biorremediação, este trabalho se focará no processo de biossorção que é a remoção de metais, óleos e outros contaminantes utilizando como agente principal uma biomassa. Esse vem sendo alvo de diversas pesquisas pois apresenta ser uma alternativa às formas tradicionais de tratar efluentes, principalmente aqueles contaminados por metais. Isso se dá pela atração que existe entre compostos biológicos, por isso a utilização essencial de uma biomassa, e os elementos metálicos, entre outros. O baixo custo do insumo utilizado também gera maior interesse no desenvolvimento do processo. Em relação aos metais biossorvidos, existe ainda a possibilidade de recuperação parcial (SILVA et al., 2014).

Resumidamente durante a biossorção vão haver três fases, a primeira de adsorção, depois uma separação entre sólido e líquido e por fim (quando possível) a biomassa que foi utilizada no processo vai ser regenerada. Envolvendo sempre um sólido (adsorvente ou um biossorvente) e um líquido (adsorvato). Nessa parte líquida é que estão os contaminantes, os agentes que serão biossorvidos. Vale ressaltar que para ocorrer a biossorção, o adsorvente ou biossorvente deve apresentar uma afinidade com o agente contaminante presente na parte líquida, sendo esse atraído através de vários diferentes mecanismos (LAVARDA, 2010).

As biomassas para serem utilizadas como biossorventes deve apresentar as seguintes características: ter baixo custo e ser reutilizável; deve ter um tamanho de partículas, forma e força mecânica apropriada para ser usado em biorreatores em condições de fluxo contínuo; a captura do metal deve ser eficiente e rápida; a separação do biossorvente da solução deve ser rápida, eficiente e barata; deve possuir uma alta seletividade; a regeneração deve ser seletiva de metal e economicamente viável (CALFA; TOREM, 2007).

Entre os agentes biológicos que servem como biossorventes de forma efetiva se destacam as bactérias, algas, fungos, gramíneas, plantas aquáticas e até mesmo biomassas geralmente descartadas, sendo elas subprodutos agrícolas tais como cascas, bagaços e sementes (RYBA, 2011).

Fatores que influenciam na eficiência do agente dependem de algumas condições naturais específicas tais como, pH do efluente, das características do metal que se deseja bioissorver e da concentração em que esse se encontra.

## **7 METODOLOGIA**

Este trabalho terá como base uma revisão bibliográfica, baseada em artigos com enfoque nas temáticas de bioissorção, metais, contaminação hídrica e na legislação em relação aos princípios do direito ambiental, bem como as políticas públicas de saneamento e poluição ambiental específicas de determinada região hidrográfica. Como complemento será utilizado um estudo de caso que propiciará descrever como o processo de bioissorção, especificamente como a ação da casca de banana seca como bioissorvente. Serão descritos os processos convencionais de tratamento, relevando assim sua relevância para a recuperação parcial de ambientes degradados se incorporado a políticas públicas que objetivam a recuperação do meio ambiente.

O estudo de caso enriquecerá significativamente o trabalho e aumentará sua contribuição para o delineamento de estudos similares.

A abordagem utilizada para a pesquisa será qualitativa, correspondendo todo o processo de levantamento de dados e análise dos resultados.

Os dados secundários serão obtidos por meio de levantamento bibliográfico, com consulta a materiais da área de ciências políticas, da ciências sociais e de engenharia sanitária. A descrição dos dados será realizada a partir das informações coletadas na consulta a dados secundários.

A análise descritiva será realizada em dois passos:

1. Procedimentos técnicos de organização, crítica e classificação dos dados coletados. Dessa forma, será realizada a manipulação dos dados, procurando encontrar tendências na documentação obtida, assim como categorizando os dados para encontrar campos de sentido; identificando e selecionando fatos de significação para o tratamento analítico; conseguindo um conhecimento prévio das possibilidades da documentação em relação aos objetivos teóricos e práticos da investigação.

2. Procedimentos analíticos para construção do objeto empírico, obtido operacionalmente pelos métodos técnicos descritivos. Todos os dados serão submetidos a análise interpretativa, sendo que as conclusões serão expostas apresentando um resumo das análises mais importantes, além de expor as limitações e as recomendações.

O método utilizado compreende no levantamento de dados de políticas públicas específicas formuladas e executadas até então para o tratamento de um determinado corpo hídrico, a fim de entender melhor em que etapa e de que forma o processo de bio sorção pode melhorar essas políticas ou até mesmo no planejamento de outras.

As etapas seguidas são: escolha e levantamento de informações região hidrográfica, nesse caso, a Baía de Guanabara. Mapeamento das principais políticas de despoluição já executadas, descrição das principais obras e processos constituintes dessas políticas, assim como o principal insumo utilizado nestes. Após a realização de todas as descrições, serão levantadas informações técnicas a respeito das cascas de banana e seu processo de transformação em bio sorvente para fins comparativos.

## **7.1 Baía de Guanabara**

A Baía de Guanabara (Figura 1) situada no Estado do Rio de Janeiro tem, segundo o Instituto Baía de Guanabara (2019), 400 quilômetros quadrados de extensão e cerca de 40 metros de profundidade, nela está presente um dos principais terminais petrolíferos brasileiros.

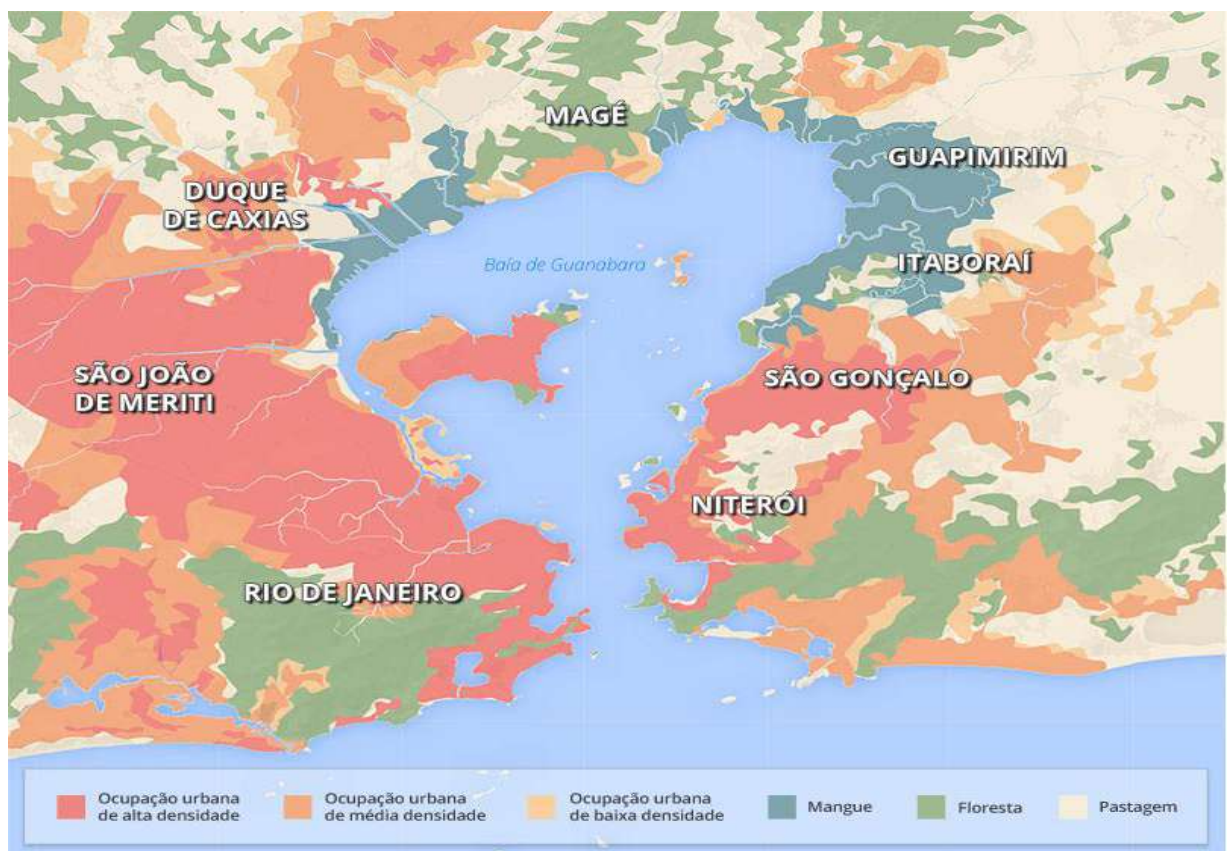
A região Hidrográfica da Baía de Guanabara abrange o desague de 35 rios sendo os principais rios o Rio Alcântara, Rio Bomba, Rio Caceribu, Rio Iguaçu, Rio Carioca e o Rio Guaxindiba. Esses rios levam mais de 200 mil litros de água por segundo até a Baía.

Além de 53 praias e como principais ilhas e ilhotas temos: a Ilha da Boa Viagem, Ilha do Bom Jesus da Coluna, Ilha do Boqueirão, Ilha Brocoió, Ilha do Caju, Ilha da Conceição e Ilha das Cobras. A vegetação típica corresponde a Mata Atlântica e manguezais.

Com o crescimento de outros centros urbanos no entorno da região, seu traçado original aos poucos foi sendo tragado. A ocupação irregular, os aterros e, principalmente, a poluição contribuíram para a alteração do desenho natural. Porém, ainda hoje seu ecossistema sobrevive ao impacto dos desordenados processos de ocupação (INSTITUTO BAÍA DE GUANABARA, 2019, p.1).

Atualmente, um dos principais problemas da Baía de Guanabara é a poluição, gerada principalmente pelo despejo de esgoto não tratado e, por esse motivo, foi o corpo hídrico escolhido para análise de políticas públicas que visam a regressão da contaminação.

**Figura 1** - Ocupação do entorno da Baía de Guanabara



**Fonte:** Penna e Rebello (2016)

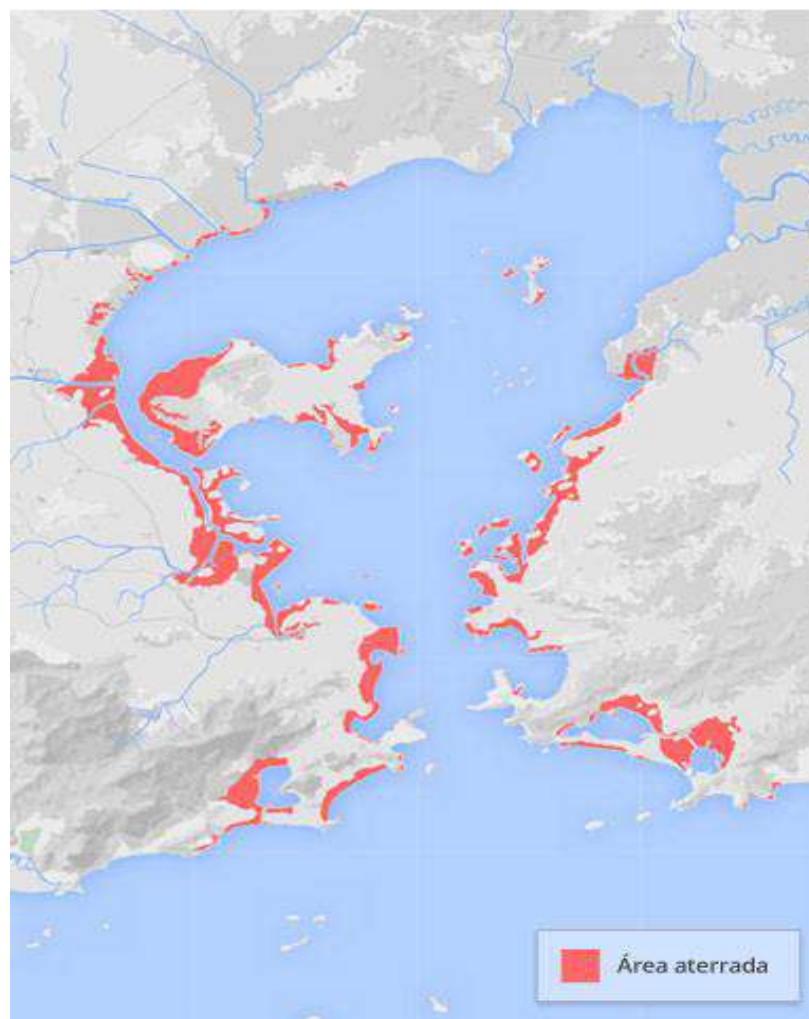
### 7.1.1 Degradação e a tentativa de regressão

Segundo Amador (1992), as águas da Baía de Guanabara estão em processo de degradação desde que houve a ocupação do território no entorno. Apesar das águas possuírem um processo autônomo descontaminação, de purificação, essa capacidade natural foi superada já no período do Império, no final do século XIX.

No início do século seguinte, foram feitas obras, iniciadas pela Comissão de Estudos e Saneamento da Baixada e finalizadas por comissões e empresas de saneamento que durante os anos 30 passaram a compor o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), afirma Britto (2003). A construção de dragagens, e canalizações dos rios da Baixada Fluminense acarretaram na destruição parcial de ecossistemas fluviais enormes, além de causarem o início de um processo de assoreamento da Baía de Guanabara.

Ainda, segundo a autora, na década de 20, houve a tendência da construção dos grandes aterros, justificados pela construção dos aeroportos. Mais de 13km<sup>2</sup> da Baía foram aterrados (Figura 2), o que destruiu ecossistemas periféricos e também mudou a circulação de água e sedimentação.

**Figura 2** - Área aterrada na Baía de Guanabara



**Fonte:** Amador (1992)

Durante a década de 50, há um ápice na urbanização com um crescimento significativo da população e na industrialização na Cidade do Rio de Janeiro, o que gerou um ápice na degradação da Baía de Guanabara. Simultaneamente houve a expansão das indústrias que em sua maioria, agregavam processos poluidores, em particular as indústrias do ramo da química e de refinaria. Além da tendência dos aterros, que não parou depois da construção dos aeroportos, temos o aterramento feito para a abertura da avenida Brasil. Como consequências principais a essas transformações houve uma decadência na qualidade das águas, afetando a balneabilidade das praias e a degradação da fauna flora. (BRITTO, 2003)

Os efluentes industriais, cada vez em maior escala, passaram a contaminar as águas com óleo, metais pesados, substâncias tóxicas e carga orgânica. A expansão urbana e populacional, sem o acompanhamento de serviços adequados de esgotamento sanitário, passou a responder, por sua vez, pela poluição por esgoto doméstico não-tratado, que gradualmente foi tornando as praias do interior da Baía impróprias para o banho. Esta degradação vem sendo objeto de preocupação governamental há muitos anos (BRITTO, 2003, p. 65).

Já nos anos 70 as entidades governamentais demonstraram estar cientes dessa degradação, pensando assim em formas de reversão de cenário. Em 1979 foi formulado o Projeto Rio, que consistia em um programa federal que visava as favelas e as questões de saneamentos dessas. Posteriormente, foi formulado com um adendo ao Projeto o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (BRITTO, 2003).

Esse programa previa grandes obras, como a construção de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) com tratamento secundário, construção de dragagem e correção de assoreamento, assim como a desativação de alguns aterros sanitários presentes no entorno da Baía de Guanabara, responsáveis pelo chorume que chegava as águas.

Segundo Britto (2003), na região da Bacia hidrográfica existia neste período mais de 14.304 indústrias, em sua maioria alimentícias, química e metalúrgicas, dentre essas, mais de 6.000 não tinham sistema de esgoto e contribuíam de forma efetiva para a poluição, lançando mais de 64 toneladas por dia de dejetos orgânicos e metais.

No mapeamento dessas industrias, concluiu-se que uma parcela pequena delas, cerca de 455, era responsável por mais de 90% da poluição, sendo que apenas 50 destas são responsáveis por mais de 60% dos contaminantes despejados.



Destas 455 empresas, cinquenta estão assim distribuídas: 18 no município do Rio de Janeiro; 13 em Duque de Caxias; sete em São Gonçalo; quatro em Niterói; três em Nova Iguaçu; duas em Magé; uma em Itaboraí; uma em Nilópolis; uma em São João de Meriti, e são responsáveis por 60% da carga poluente (BRITTO, 2003, p. 71).

Segundo Britto (2003), a poluição causada por óleo despejado nos corpos hídricos, atingiu a taxa de 7 toneladas de óleo por dia, e a principal poluente era a refinaria de Duque de Caixias, a Reduc.

**Figura 3 - Regiões da Baía de Guanabara**



**Fonte:** Penna e Rebello (2016)

REGIÃO 1 - Principal zona de navegação. Região com a melhor qualidade de água da Baía, devido à entrada da corrente marinha.

REGIÃO 2 - Localizada entre Rio de Janeiro e Niterói, dois grandes centros urbanos, responsáveis pelo alto grau de poluição orgânica dessa zona.

REGIÃO 3 - Caracterizada pelo alto grau de degradação ambiental, recebe esgoto doméstico e industrial além de ser poluída com óleo em decorrência das atividades do Porto e de estaleiros.

REGIÃO 4 - Dentro da Área de Proteção Ambiental, possui um dos poucos manguezais restantes e recebe água dos dois rios menos poluídos que deságuam na Baía.

REGIÃO 5 - Águas têm precária circulação e estão degradadas por receber várias fontes de poluição.

## **7.2 Programa de Despoluição da Baía de Guanabara**

Criado durante os anos 90, depois de muitas reviravoltas em torno da questão ambiental da região Hidrográfica da Baía de Guanabara, o Programa de despoluição da Baía de Guanabara – PDBG se tornou uma referência de política pública voltada para a descontaminação das águas por meio da melhora das condições sanitárias, visto seu tamanho, a grande quantidade de recursos e agentes envolvidos.

O (PDBG) apresentou-se inicialmente como o maior conjunto de obras de saneamento dos últimos vinte anos no Estado do Rio de Janeiro, tendo por objetivos gerais recuperar os ecossistemas ainda presentes no entorno da Baía de Guanabara e resgatar gradativamente a qualidade das águas e dos rios que nela deságuam, através da construção de sistemas de saneamento adequados. A recuperação dos ecossistemas e da qualidade das águas são resultados a serem esperados a muito longo prazo, pois o objetivo real do programa é a construção de um cinturão de saneamento no entorno da Baía (BRITTO, 2003, p. 64).

O programa foi criado visando dar continuidade às ações do Programa de Reconstrução do Rio. Com a pretensão de agir principalmente na área de saneamento da região da Baixada Fluminense, ele também complementaria o programa Baixada Viva, que objetivava a urbanização dos bairros da região (BRITTO, 2003).

Segundo Britto (2003), o PDBG pensa a questão de saneamento abrangendo os seguintes aspectos: esgotamento sanitário e tratamento de efluentes, abastecimento de água, resíduos sólidos, macrodrenagem, controle da poluição industrial e educação ambiental. Integrando diferentes agentes de planejamento e execução como: a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), responsável pelos componentes esgotamento sanitário e abastecimento de



água; a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), responsável pela macrodrenagem; a Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos (SOSP), pelo componente resíduo sólidos; a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema), pelos programas ambientais complementares.

O Programa foi concebido em partes, em 1975 foram feitas diversas pesquisas para definir um plano de ação em relação a degradação das águas, nesse ano foi criada a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA).

Mais de uma década depois, mais precisamente em 1987, surgiu o Programa para Despoluição Gradual do Ecossistema da Baía de Guanabara, sendo o carro chefe das ações da administração estadual. Britto (2003) afirma que, no entanto, alguns estudos mostram que apesar desses empenhos, a qualidade das águas da Baía de Guanabara estava em declínio.

A autora discorre ainda sobre a década de 90, que segundo ela, havia um temor ainda maior em relação as condições ambientais, com a Eco-92, a Superintendência de Captação de Recursos da cidade do Rio de Janeiro analisou e compilou os diversos projetos de obras e ações que impactavam negativamente o ambiente. Foi criada também a Comissão de Gerenciamento de Projetos Especiais para a Bacia da Baía de Guanabara, substituída em dezembro de 1991 pelo Grupo Executivo da Despoluição da Baía de Guanabara (Gedeg) e através desse compilado foi possível a concepção do programa pelo Banco Mundial (Sanches, 2000, p.5.).

Britto (2003) afirma que durante o governo de Leonel Brizola no final de 1990 foi possível traçar o acordo político com o Banco Mundial a fim de viabilizar o programa. O governo federal também agiu e em 1991 se posicionou através da Comissão Interministerial de Financiamentos Externos (Cofix).

O governo do estado, apresentou ao BID, em Washington, a primeira proposta do programa, no valor de 4 bilhões de dólares, divididos em quatro etapas e com uma previsão de realização em 15 anos. A análise do BID restringiu-se à primeira etapa desta concepção global, eliminando os componentes de resíduos industriais e reflorestamento e englobando-os no que foi designado como projetos ambientais complementares. As questões sanitária e urbana foram privilegiadas ficando o programa limitado a cinco componentes: saneamento, limpeza urbana, macrodrenagem, mapeamento digital e coleta fiscal, e programas ambientais complementares. A impossibilidade do estado entrar com uma contrapartida alta imediatamente fez com que parte dela fosse transferida ao município do Rio de Janeiro, que afinal realizou contratos separados com o BID. Outra parte da contrapartida exigida pelos órgãos multilaterais foi transferida a Cedae, que arrecada diretamente as taxas de água e esgoto a serem usadas como pagamento e

que teria a maior parte do financiamento (Sanches, 2000, p.8. apud BRITTO, 2003 p. 67).

Após todas essas fases de planejamentos e integração entre os agentes comprometidos com a causa da degradação da Baía de Guanabara, durante a Conferência Mundial das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro no ano de 92, o Programa de Despoluição da Baía de Guanabara foi oficialmente instituído. Sendo ele fruto da parceria do governo do Estado, do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), do *Overseas Economic Cooperation Fund* (OECF) e do *Japan Bank for International Cooperation* (JBIC)

### 7.2.1 Principais propostas

Entre as principais propostas do projeto a de despoluir 47% do esgoto que era lançado todos os dias na Baía de Guanabara, cerca de 239 toneladas de dejetos orgânicos, até o ano de 1999 se destaca. Para a concretização de tal propostas seriam construídas diversas Estações de tratamento de Esgoto como é possível ver no quadro 1 - Principais obras realizadas pelo PDBG – elaborada a partir de dados apresentados no portal da CEDAE a respeito das realizações do Plano de Despoluição da Baía de Guanabara.

Quando o projeto se iniciou apenas 15% do esgoto era tratado. Para isso o programa previa a construção de 1.248 quilômetros de canalizações de esgoto. Também era esperado que 90% dos resíduos gerados fossem devidamente recolhidos e tratados, pensando ainda na melhor forma de destinar o lixo e entre esse, a questão do lixo hospitalar (BRITTO, 2003).

A autora Britto (2003) discorre de como o desenvolvimento de uma consciência social também era uma das propostas do PDBG, que incluía a criação de um programa de educação ambiental, além do desenvolvimento de um Plano diretor voltado para os recursos hídricos específicos da Bacia da Baía de Guanabara e a implantação de unidades de conservação da natureza.

Por fim, segundo ela, o programa tinha como proposta ações que o sustentasse economicamente, implementando uma arrecadação tributária. Além de um controle e

monitoramento constante das condições ambientais da bacia hidrográfica, com um sistema de mapeamento digital.

### 7.2.2 Considerações finais do PDBG

Durante a execução das obras do programa, não foi vista em âmbito técnico grande inovações, trabalhando em larga escala com sistemas tradicionais, como as estações de tratamento primárias, definida na seção 7.3.2.1 Etapas de tratamento.

Quando a primeira fase do programa havia terminado houve sim uma redução significativa dos dejetos lançados nas águas, cerca de 50%, quase 20.000 litros deixaram de ser lançados. A autora Britto (2003) ressalva que na realidade o objetivo do programa era justamente essa redução de dejetos lançados, a fim de permitir que as águas tivessem novamente a capacidade de autopreparação, e não de fazer efetivamente essa descontaminação. Tanto que durante a primeira fase não era prevista a execução de atividades voltadas para a limpeza direta das águas contaminadas da Baía, mas sim a redução das fontes poluentes.

Ainda segundo Britto (2003), durante uma análise feita do programa, a agenda e os interesses políticos envolvidos no desenvolvimento e na execução das propostas acarretaram em atrasos gigantescos nas obras, além da falta de investimento durante alguns governos. Tudo isso fez com que o PDGBG fosse pouco efetivo, ainda mais se for feito um paralelo entre os recursos totais utilizados e as realizações.

**Quadro 1:** Principais obras realizadas pelo PDBG

<b>Sistema</b>	<b>Obras principais</b>
Sistema Alegria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estação de Tratamento de Esgotos da Alegria;</li> <li>• Troncos Coletores da Alegria;</li> <li>• Tronco Coletor Faria Timbó;</li> <li>• Tronco Coletor Manguinhos;</li> <li>• Galeria de Cintura da Maré;</li> <li>• Tronco Coletor Cidade Nova e Sub-sistemas complementares.</li> </ul>

Sistema Pavuna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estação de Tratamento de Esgotos da Pavuna;</li> <li>• Troncos e Redes Coletoras de esgotos das Bacias dos Rios Pavuna e Meriti;</li> <li>• Promoção do tratamento primário e secundário dos esgotos coletados pelo Sistema de Coleta e Transporte de Esgotos das Bacias dos Rios Pavuna e Meriti, em parte dos Municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias e São João de Meriti.</li> </ul>
Sistema Sarapuí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estação de Tratamento de Esgotos de Sarapuí;</li> <li>• Troncos e Redes Auxiliares de esgotos.</li> </ul>
Sistema Icaraí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação e melhorias operacionais da Estação de Tratamento de Esgotos de Icaraí;</li> <li>• Reforma e Ampliação de 03 Elevatórias;</li> <li>• Implantação de 6,6 km de Redes Coletoras;</li> <li>• 100 Ligações Domiciliares e Implantação do Emissário Submarino de Niterói 3,9 km.</li> </ul>
Sistema Ilha do Governador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação e melhorias operacionais da Estação de Tratamento de Esgotos da Ilha do Governador – ETIG;</li> <li>• Automação da ETE e de 09 Elevatórias;</li> <li>• Assentamento de 30 km de Troncos Coletores;</li> <li>• Implantação de 07 Elevatórias;</li> <li>• Assentamento de 92,5 km de Redes Coletoras;</li> <li>• 11.520 Ligações Domiciliares;</li> <li>• Assentamento de 4,3 km de Linha de Recalque e Eliminação de 316 Ligações Clandestinas.</li> </ul>
Sistema Penha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorias operacionais da Estação de Tratamento de Esgotos da Penha;</li> <li>• Implantação de novo sistema de desidratação de lodo e Reforma das instalações existentes;</li> <li>• Sistema de Tratamento Primário e Secundário para 1.600 litros por segundo.</li> </ul>

Sistema Paquetá	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coletar o esgoto produzido na Ilha de Paquetá e conduzi-lo através de Linha de Recalque subaquática até a ETE São Gonçalo.</li> </ul>
Sistema São Gonçalo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliação, adequação e melhorias operacionais da ETE São Gonçalo.</li> </ul>
Sistema Marina da Glória	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coletar o esgoto difuso, lançado nas galerias de água pluviais que deságuam na Marina da Glória e encaminhá-lo ao Emissário Submarino de Ipanema.</li> </ul>

**Fonte:** CEDAE (2019)

Com o quadro 1 é possível visualizar o que se concretizou de todo o plano, sendo possível ver que os maiores esforços se deram na melhoria ou construção de Estações de tratamento de esgoto, afim de acabar com as fontes poluentes da Baía de Guanabara.

### 7.3 O legado dos jogos olímpicos

Mais recentemente, antes dos jogos olímpicos que foram realizados em 2016, principalmente no município do Rio de Janeiro, foi criado um projeto chamado Baía Olímpica, com o objetivo de deixar as águas em condições melhores para serem utilizadas nos esportes náuticos.

Segundo Costa (2015) esse projeto era constituía o legado ambiental dos Jogos Olímpicos. Os megaeventos, tanto a realização da Copa do Mundo em 2014, como a dos Jogos Olímpicos em 2016, pressionou os agentes públicos em relação a questão ambiental. Tanto que, sob essa justificativa, o Estado retomou os projetos antigos de despoluição da Baía, incluindo o PDBG, que foi deixado de lado por algum tempo. A autora afirma que a crítica da época ao programa se dava pelo alto custo, na casa de bilhões de dólares, com resultados quase inexpressivos.

Lembrando que, em 2014, o tratamento dos efluentes feito nas ETEs removiam até 98% da carga orgânica das águas contaminadas captadas pelos sistemas de saneamento, sendo bem superior ao que era feito no início do PDBG que retiravam apenas 40% da carga orgânica desses efluentes.

Em que pesem o fracasso e o desperdício de dinheiro público que o PDBG logrou, sob o discurso de uso “Olímpico” das águas da Baía, uma série de novos investimentos econômicos e políticos está sendo retomada para o território. Assim como no PDBG, novamente o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) concede empréstimo ao Governo do Estado para despoluição da Baía, dessa vez são US\$452 milhões (COSTA, 2015, p. 16).

### 7.3.1 Programa de Saneamento dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara

A Região Hidrográfica da Baía de Guanabara é a base principal de implementação das políticas públicas desenvolvidas pela Secretaria Estadual do Ambiente (SEA), o Pacto pelo saneamento, que inclui a execução do Plano Guanabara Limpa e o Programa de Saneamento dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara (PSAM) (COSTA, 2015).

Sobre isso, o secretário estadual do ambiente, Carlos Minc, afirmou no ano de 2013: “o PDBG estava tão queimado que o programa mudou de nome para Saneamento Ambiental dos Municípios do Entorno da Baía de Guanabara (PSAM)” (Em 20 anos..., 2012 apud COSTA 2015, p.21).

Segundo a Cartilha do PSAM (2019), a reversão da degradação ambiental da Baía seria realizada através de 3 componentes principais. Sendo eles: a implantação de sistemas de esgotamento sanitário, o fortalecimento Institucional (melhoria dos serviços por parte das entidades envolvidas) e a promoção das políticas públicas municipais de saneamento. Tudo visando o objetivo principal de atingir o índice de 80% de coleta e tratamento de esgotos até 2018.

As fontes de recursos massivos para o programa foram o BID, com a quantia de 452 milhões de dólares e o Estado do Rio de Janeiro com 188 milhões de dólares somando US\$ 640 milhões, segundo a Cartilha do PSAM (2019).

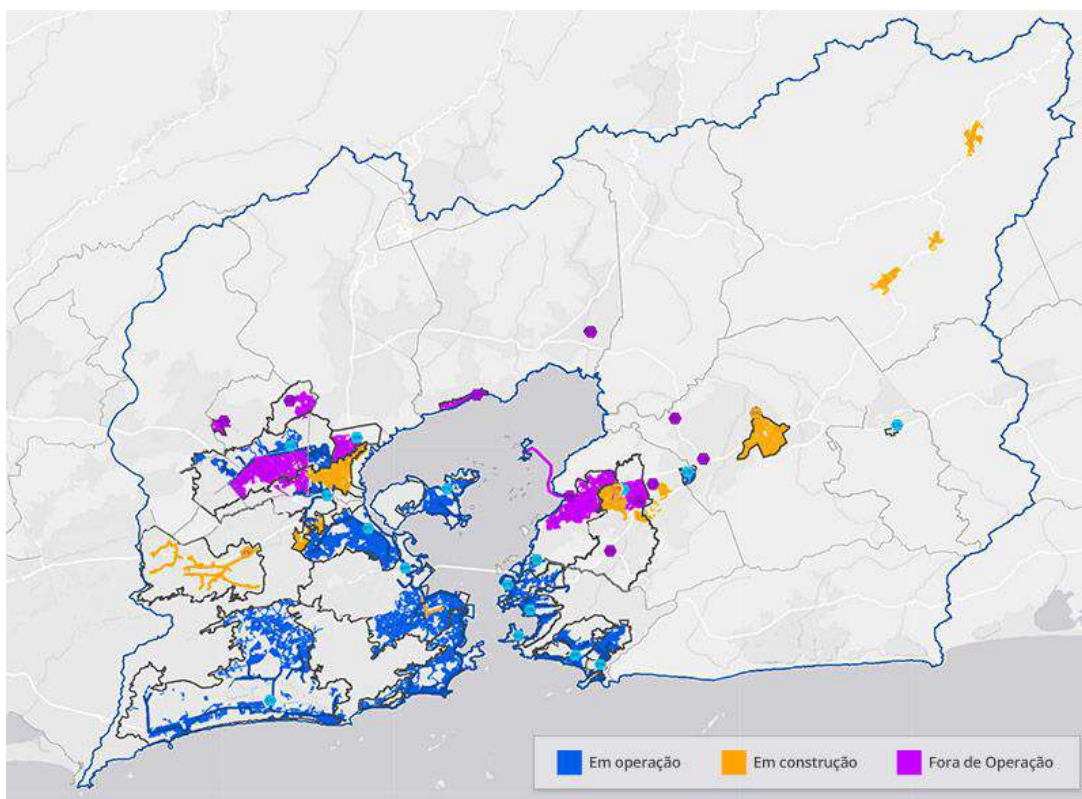
O componente um, que trata das intervenções nas infraestruturas tem como principais metas as estipuladas no quadro Ações do PSAM acordadas com o BID.

**Quadro 2:** Ações do PSAM

<b>Sistemas</b>	<b>Ações</b>	<b>Benefícios/ Metas c/ BID</b>	
		Conexão à Rede e Tratamento de Esgotos	
Sistema de Esgotos da Cidade Nova (inclui Rio Comprido)	Construção de rede de esgotos que se conectará com rede do Porto Maravilha, em direção à Estação Alegria	+ 33 Mil domicílios	Acréscimo de esgoto tratado nas ETE
Sistemas de esgotos interligado aos coletores Tijuca / S. Cristóvão	Correção dos lançamentos irregulares na rede pluvial e melhorias na rede de esgotos	+ 26 Mil domicílios (e reabilitação de 93 Mil domicílios)	+ 750 l/s Sistema de Esgotos (ETE Alegria)
Sistema de Tratamento de Esgotos em Alcântara (São Gonçalo)	Construção de nova rede de esgotos, incluindo ETE	+ 45 mil domicílios	+ 500 l/s (nova ETE Alcântara)
Sistemas de esgotos das ETEs Sarapuí e Pavuna	Ampliação da coleta (Projetos em fase de definição)	+ 100 Mil domicílios	+ 2.500 l/seg (ETEs Sarapuí e Pavuna)
Totais de Metas		+ 297 Mil domicílios	+ 3.750 l/seg

Fonte: Cartilha do PSAM (2019)

**Figura 4 – Sistemas de esgoto dos municípios do entorno da Baía de Guanabara**



**Fonte:** PSAM Mapas - Baía de Guanabara (2016)

O componente dois, que objetiva o desenvolvimento institucional através de uma maior articulação entre os agentes públicos gestores das políticas da Baía de Guanabara era constituída por 5 ações, desenvolvida por 3 agentes diferentes: Estudo para a gestão dos Lodos gerados nas ETEs com ênfase para o aproveitamento energético realizado pela CEDAE; assim como a redução de água não contabilizada e promoção do uso racional da água, realizado como um apoio à adequação da CEDAE à Lei 11.445/07; o apoio à ampliação da regulação dos serviços de água e esgoto no Rio de Janeiro que realizado pela Agência Reguladora de Energia e Saneamento Básico (AGENERSA), e por fim, um monitoramento da qualidade da água dos corpos receptores realizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

O componente três, que planeja a sustentabilidade das políticas públicas municipais de saneamento conta com 2 ações: elaboração de planos municipais e regionais de saneamento básico e aprimoramento da capacidade de financiamento dos serviços.





milhões de reais ainda esse ano. O objetivo é deixar de despejar mais de 4 mil litros de efluentes não tratados. (GRINBERG, 2019)

### 7.3.2 Estações de tratamento de Esgoto – ETEs

As principais ações voltadas para a despoluição se encontram na construção ou expansão das Estações de tratamento de Esgoto (ETEs). As estações tem como objetivo tratar o esgoto doméstico e industrial antes que esse seja despejado diretamente nos corpos hídricos, em outras palavras, é um mecanismo que evita maior degradação ambiental (P&Q ENGENHARIA JUNIOR, 2018).

Devemos primeiramente diferenciar efluentes domésticos e industriais. O primeiro é mais concentrado em matéria orgânica, bactérias, vírus, sólidos dissolvidos e suspensos, enquanto que o segundo tem maior grau de concentração de espécies metálicas, óleos e outras contaminantes tóxicos.

Os processos de tratamento desses efluentes é diferenciado por substância contaminante, podendo ser físico-químicos e ou biológicos (P&Q ENGENHARIA JUNIOR, 2018).

Os físicos correspondem a remoção mecânica do material sólido suspensos no efluente, podendo ser por meio dos processos de gradeamento, peneiramento, caixas separadoras de óleos e gorduras, sedimentação e flotação. Já o processo químico utiliza insumos químicos como agentes de coagulação, floculação, neutralização de pH, oxidação.

Por fim o processo biológico que, em sua maioria objetiva a remoção da matéria orgânica, através da transformação dessas em sólidos ou gases. Segundo a P&Q Engenharia Junior (2018), basicamente o tratamento biológico reproduz os fenômenos que ocorrem na natureza, mas em um tempo menor.

#### 7.3.2.1 Etapas de tratamento

Como é possível ver na figura 6, dentro das Estações de Tratamento de Esgoto são executadas cinco etapas para despoluir os efluentes para, por fim, ser destinado aos corpos hídricos.

A primeira (1 na figura 6), corresponde ao pré-tratamento, em que ocorre a remoção dos sólidos grandes, flutuantes e até mesmo de materiais minerais com propriedade sedimentáveis após a aplicação de processos físicos, como a areia (ENGENHARIA JUNIOR, 2018).

Nessa fase são utilizadas grades para barrar o material sólido maior e ou o processo que funciona como um filtro de óleos, chamado caixa de retenção de gordura. Esse processo ajuda a prevenir que esses materiais maiores causem danos aos equipamentos das demais fases de tratamento.

Após o pré-tratamento, temos a segunda fase (2 na figura 6), o tratamento primário, essa parte é responsável por remover os sólidos suspensos menores que não foram retirados no pré-tratamento. Para tal é utilizado o processo de decantação ou de flotação (ENGENHARIA JUNIOR, 2018).

Para o processo de decantação simples a fim de separar líquido e sólido é utilizada apenas a ação natural da gravidade. Dessa forma o material sólido fica no fundo de um tanque que possui uma velocidade de escoamento bem lenta.

Já a flotação, corresponde à adição de bolhas de ar ou de oxigênio puro para que as partículas restantes no meio líquido fiquem suspensas, isso resulta na formação de espuma que posteriormente é retirada e com ela, ocorre a remoção das partículas.

A próxima etapa é o tratamento secundário (3 na figura 6), que objetiva ainda remoção dos sólidos, só que especificamente os mais finos que correspondem em sua maioria matéria orgânica em suspensão e até mesmo dissolvida. Nessa parte são utilizadas lagoas aeradas, formadas por bactérias em suspensão na fase líquida, elas por serem heterotróficas, metabolizam o material orgânico, formando flocos. Esses por terem uma densidade maior que a da água naturalmente sedimentariam, ou no caso de uso de flotação, devido a introdução de uma aeração mecânica se mantem suspensos. Devido a isso, após todo o procedimento a água deve passar novamente

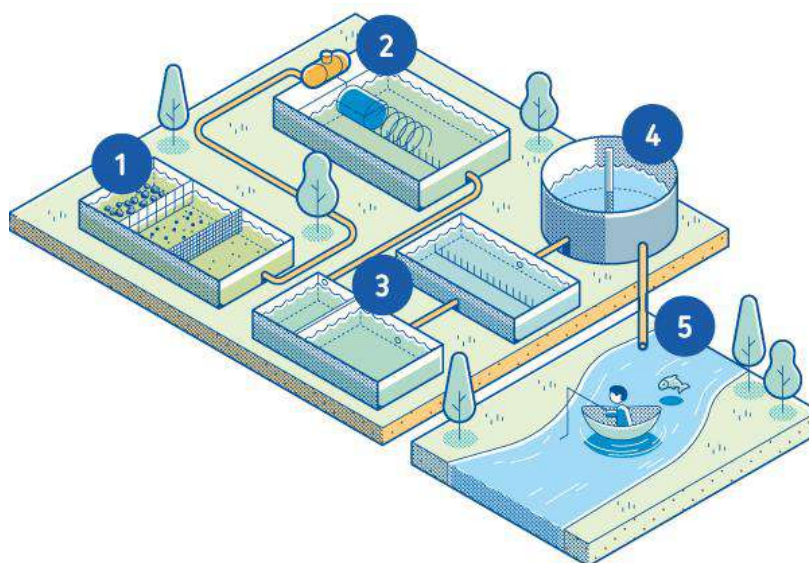
por um processo de decantação, a chamada decantação secundária (4 na figura 6) (ENGENHARIA JUNIOR, 2018).

Após essa etapa, a água já pode ser reutilizada para fins menos nobres como na lavagem de ruas, na rega de plantas, descarga de vasos sanitários ou para qualquer fim que não demande água potável, sendo o reuso importante na economia dos recursos hídricos. É importante ressaltar que existe uma legislação específica que define os parâmetros de qualidade da água para que essa possa voltar aos corpos hídricos, CONAMA 357/2005, dessa forma, depois dessa etapa provavelmente ela já pode ser despejada no ambiente natural (5 na figura 6).

O processo biológico de tratamento de esgoto também gera um resíduo com alto teor de água, conhecido como lodo, é um subproduto de todo esses processos. Para o tratamento do lodo há a diminuição do volume de matéria orgânica ainda bastante presente por meio de digestão e redução da umidade por meio da secagem.

Também existe o tratamento de efluentes por lodo ativado como é possível ver na figura 7, esse tratamento consiste na geração do efluente e a recirculação de parte do lodo que contém micro-organismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Esta técnica é adotada nas ETEs do Rio de Janeiro, incluindo a ETE Alegria (figura 8).

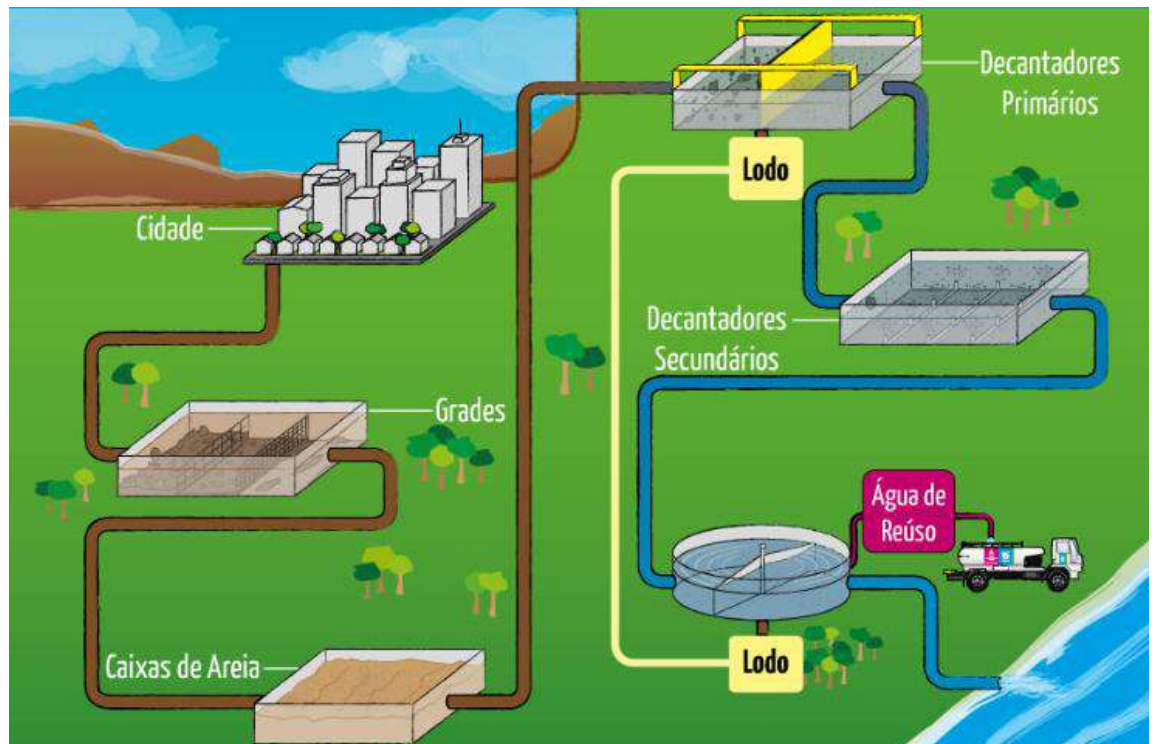
**Figura 6 – Etapas do Tratamento de Esgoto**



**Fonte:** BRK Ambiental (2019)



**Figura 7 – Etapas do tratamento de esgoto por lodo ativado**



**Fonte:** SABESP Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (2019)

**Figura 8: Estação de Tratamento de Esgotos Alegria – ETE Alegria**



**Fonte:** CEDAE (2019)

Para fins de potabilidade depois do tratamento secundário nas ETEs, é realizado o tratamento terciário nas Estações de tratamento de água (ETAs), esse compreende alguns processos para a remoção de patogênicos entre outros contaminantes. Através de técnicas de filtração, ozonização, cloração, carvão ativado, osmose reversa.

#### **7.4 Uso do carvão ativado como adsorvente**

Como visto na seção anterior o Carvão ativado é usado no tratamento terciário, ele tem propriedades que agem na purificação de água para fins potáveis ou industriais, isso porque se trata de uma forma de carbono puro de grande porosidade, e suas propriedades atribuídas à sua área superficial. É obtido a partir da queima controlada (para que não haja a queima completa) de determinados tipos de madeiras, qualquer material com alto teor de carbono, denominado de agente precursor pode ser transformado em carvão ativado, por exemplo, cascas de coco, carvões minerais (antracita, betuminosos, linhito), turfas, madeiras e resíduos de petróleo.

Segundo (SOUZA, 2019), o carvão pode ser utilizado em pó ou granulado.

O carvão ativado é muito utilizado em tratamento de água, tendo um papel fundamental na purificação, para fins de potáveis ou industriais. Ele elimina cor, odor, mau gosto e substâncias orgânicas dissolvidas através do mecanismo de adsorção. O carvão ativado pode atuar como barreira de bactérias e vírus, sendo muito utilizado como pré-tratamento da água utilizada em indústrias (FANGMEIER; HOEHNE, 2012 p. 43).

O experimento feito por Scaramell (1973 apud ANGMEIER; HOEHNE, 2012) se mostrou promissor, o carvão ativado já dava indícios de ser um insumo capaz de otimizar processos de uma estação de tratamento de esgoto sanitário, tanto que serviu de base para outras pesquisas.

Segundo Fangmeier e Hoehne (2012), o carvão ativado foi alvo de experiência a fim de atestar suas propriedades em lodos ativados desde os anos 70. Na área de tratamento de efluentes é usado na adsorção em fase líquida, por exemplo, na adsorção de moléculas orgânicas que causam sabor, odor e toxicidade (LETTERMAN, 1999). É utilizado em diversos ramos das indústrias química,

alimentícia e farmacêutica, da medicina e em sistemas de filtragem, bem como no tratamento de efluentes e gases tóxicos resultantes de processos industriais. O carvão ativado também remove materiais radioativos da água.

No entanto tem como desvantagem certa limitação no uso, pois esse deixa de ser eficiente se todos os poros de sua estrutura estiverem preenchidos. A área de aderência comprometida faz com que as impurezas não se fixem mais ao carvão, outra questão é que ele não adsorve álcoois, hidrocarbonetos, derivados do petróleo, ácidos e álcalis, potássio, ferro e outros metais, lítio e diclorodifeniletano (DDT), como afirma o autor Souza (2019).

## **7.5 Casca de banana como bioissorvente**

### **7.5.1 Status econômico e social**

A banana é uma fruta muito relevante no contexto econômico no Brasil tanto por seu alto consumo no país, como por ser produto de exportação agrícola. O Brasil se destaca como um dos maiores produtores dessa fruta com uma média de 6.164 mil toneladas ficando abaixo apenas da Índia com 16.000 mil toneladas e do Equador com 7.516 mil toneladas (BONIOLO, 2008). Em sua maioria esses resultados vêm das vantagens geográficas e climáticas de seus territórios.

“A cultura da banana tem grande importância econômica para o Brasil, destacando se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo” (BORGES; SOUZA 2004 apud COSTA et al. 2019 p.1)

No entanto, apesar de ser um grande produtor o país não se destaca no quesito exportação, assim como alguns outros países que também se mostram bem abaixo no ranking de participação no mercado mundial apesar da grande produção (FIORAVANÇO 2003). Ou seja, as vantagens naturais não se traduziram em vantagens no comércio internacional, faltando qualidade e organização comercial.

No Brasil o principal Estado consumidor é o Amazonas, sendo a banana um alimento básico principalmente para a parte mais pobre e carente (SILVA et al. 2003).

A outra face do consumo é o desperdício, e o Brasil é destaque tendo o maior índice de desperdício no mundo (SILVA et al. 2003). A perda do alimento durante alguns processos industriais varia de 20% a 40% da produção nacional. Segundo Silva et al (2003), a etapa de comercialização é a que corresponde a maior perda, além da fase de colheita e transporte.

Normalmente a indústria alimentícia utiliza apenas a polpa, descartando as cascas, assim como no consumo doméstico, o que colabora com a quantidade gigantesca de biomassas residuais, chegando a uma média de 4 toneladas por semana (TV CULTURA, 2008) que impactam também o meio ambiente, quando não coletadas e descartadas corretamente.

“A casca representa de 47 a 50% do peso total da fruta madura, e não tem aplicações de ordem industrial, sendo esporadicamente utilizada, de forma direta, na alimentação animal” (CRUZ et al., 2009, p.1).

Contudo existem algumas formas de utilizar essa biomassa. Na cidade de São Paulo por exemplo existe um programa chamado Mesa SP, no qual são dados cerca de 300 quilos da casca de banana para a utilização dessas em diversos pratos culinários. Essa é uma ótima iniciativa. Infelizmente esses 300 quilos não são tão significativos perto das quase 4 toneladas de biomassa que são geradas apenas nos restaurantes da capital paulista (BONIOLO, 2008).

As perdas significativas provenientes da comercialização também já estão sendo utilizadas de forma que reduza o desperdício, os frutos excedentes ou considerados impróprios para o consumo “*in natura*” são processados e transformados em novas opções, como chips de banana, bananada e até mesmo balas de banana (BONIOLO, 2008).

Outra opção criada foi a farinha tanto da casca como da polpa verde, que serve de base para diversos outros produtos, como pães, bolos, biscoitos e até mesmo macarrão (TAIPINA, 2004).

A pesquisa de Ditchfield do departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica também viu um mercado promissor para o desperdício da banana. Ela criou um purê feito a partir de bananas maduras, que pode ser usado em diversos produtos alimentícios. Sua ideia era aproveitar a fruta, normalmente desperdiçada pelo comércio (BONIOLO, 2008).



### 7.5.2 Capacidade de bioissorver poluentes

Como descrito anteriormente o processo de bioissorção utiliza biomassas de origem animal ou vegetal para remover partículas poluentes do solo, ar e/ou da água.

Visando a questão da poluição hídrica a utilização da biomassa da casca de banana como adsorvente já vem sendo estudada e utilizada, principalmente na remediação de águas contaminadas com resíduos industriais (POLLARD et al., 1992).

Normalmente para a realização do processo de bioissorção de contaminantes é feito o uso de adsorventes sintéticos, principalmente quando o contaminante é do grupo dos metais. Em relação a eficiência desses produtos não há o que contestar, pois em sua maioria se mostram altamente eficientes, segundo Cruz et al. (2009), o problema é em relação ao custo desses, sendo muito caros para a utilização em larga escala, ainda mais quando se objetiva remediar efluentes industriais.

Além da eficiência na bioissorção de metais, a casca de banana demonstrou potencial na remediação de águas poluídas por alguns tipos de pesticidas. Uma pesquisa que foi realizada no Cena – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP que constatou essa característica da biomassa em relação aos pesticidas específicos atrazina e ametrina que são largamente utilizados nas plantações de cana-de-açúcar e de milho (USP, 2013).

A pesquisa foi feita em torno do processo de bioissorção realizado em amostras de água dos rios Piracicaba e Capivari, além de águas da estação de tratamento de esgoto de Piracicaba. Ao final do experimento, todas as amostras se mostraram completamente descontaminadas em relação a esses agentes. Durante a pesquisa também foram avaliados o desempenho dessa biomassa como bioissorvente em relação aos procedimentos que são mais comuns como o uso de carvão, ou até mesmo remediações térmicas, de fitorremediação, entre outras (USP, 2013).

Segundo Sérgio Monteiro, um dos autores da pesquisa, estudante de doutorado do laboratório de Ecotoxicologia do Cena e pesquisador científico do Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, essa metodologia de remediação poderá ser utilizada, principalmente, para tratamento de água de abastecimento público, advindas de regiões com intensa prática agrícola, como é o caso das cidades da região de Ribeirão Preto, que são totalmente abastecidas pelo aquífero Guarani e região de Piracicaba. “Os estudos para aplicação em grande escala ainda devem ser

realizados, mas acreditamos que esse processo de remediação seja a melhor alternativa”, defende Monteiro (USP, 2013, p.1).

Por fim, eles concluíram que os processos mais comuns de tratamento de água que objetivam a potabilidade não são suficientes, principalmente em relação aos contaminantes da categoria agrotóxicos, sendo necessária a pesquisa de formas alternativas mais eficientes e de baixo custo, e nesse quesito a casca da banana se mostrou vantajosa de acordo com Claudinéia Silva e Graziela Moura Andrade, pesquisadora envolvidas no estudo.

## **8 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Através das informações apresentadas neste trabalho ficou evidente que a gestão das águas teorizadas desde a Política Nacional de Recursos Hídricos, com caráter democrático e descentralizada, se mostram na prática ainda distantes. A degradação dos recursos hídricos, tal qual da Baía de Guanabara, mostra a insuficiência dos Comitês da Bacia Hidrográficas, isso porque as políticas públicas adotadas até o momento, vide o PDBG e o PSAM, tem raízes ainda na lógica das políticas de caráter neoliberal.

Houve sim, uma busca por uma melhor forma de gerir os recursos hídricos, promovendo dessa forma uma mudança até mesmo na forma de discurso ao longo das últimas décadas. Entretanto, refletindo sobre as concretizações dos programas de despoluição, assim como a relevância do Comitê da Baía Hidrográfica Guanabara (CBH) no campo de gestão de águas, é notória a falta de democratização na tomada de decisão.

A região Hidrográfica que compreende a Baía de Guanabara é alvo de muitas ações governamentais, agindo sobre ela muitas políticas públicas que dispõe de uma quantidade enorme de recursos (públicos e privados), o que permite concluir que a crise hídrica causada pelo mal uso da água está relacionada diretamente com os padrões de uso e conservação da água em um contexto de forte desigualdade de poder entre usuários de água, como por exemplo o protagonismo exercido pela Cedae e os formuladores de políticas públicas, como afirma Costa (2015).

Dentro desse contexto observa-se assim que, com as reformas que ocorreram ao longo do tempo, o conceito de cidadania mudou e os direitos transformaram-se, porém muitas dessas transformações ocorreram apenas na teoria.

As informações levantadas sobre a região hidrográfica da Baía de Guanabara sobre as políticas públicas executadas para sua despoluição demonstraram que a maior parte dos esforços está voltada para acabar primeiramente com o despejo de efluentes não tratados, sendo as obras de ETEs, novas ou de expansão e melhoria dessas, a principais feitas nesse sentido.

O tratamento indireto da Baía de Guanabara se faz necessário antes de um tratamento direto de suas águas, pois seriam esforços inúteis tratar as águas contaminadas enquanto há fontes de poluição.

Depois do mapeamento das principais etapas de tratamento das ETEs, foi possível notar que, o ponto principal de distinção entre o que se torna água de reuso e o efluente que volta para o meio ambiente, além do tratamento visando potabilidade é justamente o tratamento terciário, nesse são utilizados agentes químicos para a remoção de contaminantes tóxicos, como espécies metálicas e óleos. Um desses agentes e o mais utilizado é o carvão ativado, como foi possível atestar, esse tem a capacidade de remover inúmeros contaminantes como: retirando o odor e a coloração da água.

A desvantagem do uso do carvão ativado é seu alto custo, como é utilizado em larga escala não sendo facilmente regenerada após o uso, além de existir uma limitação clara em relação as substâncias que esse adsorve, não incluindo álcoois, hidrocarbonetos, derivados do petróleo, ácidos e álcalis, potássio, ferro e outros metais, lítio e diclorodifeniletano (DDT).

Por esse motivo, a inserção da casca da banana como bioissorvente substituindo o carvão se mostra uma vantagem, pois como demonstrado é um resíduo geralmente descartado, encontrado em grande quantidade que adsorve não só contaminantes metálicos, como aqueles derivados de petróleo e radioativos como o urânio. Contudo é necessário frisar que na adoção da biomassa de casca de banana seca como bioissorvente necessita ainda de estudo que avaliem o seu uso em grande escala.

Também há uma possibilidade de usar a casca da banana em conjunto com o carvão ao invés de fazer uma substituição do carvão e de outras técnicas convencionais.

## **9 CONCLUSÃO**

A gestão dos recursos naturais é de fundamental importância para a manutenção da vida humana e na promoção de qualidade de vida, com isso o desenvolvimento do presente trabalho possibilitou fazer uma análise de como a forma de gerir os recursos hídricos se transformou no decorrer dos anos, refletindo sobretudo essas questões no Brasil. Fazendo um recorte e concentrando as observações sobre a Baía de Guanabara, também permitiu uma pesquisa mais aprofundada sobre as políticas públicas principais adotadas para a despoluição dessa.

Ao fazer esse recorte, foi possível averiguar os problemas na execução dos principais programas e dessa maneira pensar em soluções alternativas. Verificou-se que a maior questão é em relação a efetividade dos gastos públicos para executar as ações propostas, sempre muito altos para pouco retorno. Dada à importância do assunto, torna-se necessário o desenvolvimento de formas mais eficientes para economizar não só o tempo, como recursos naturais que são necessários para serem concluídas.

Assim, foi feita uma análise de procedimentos utilizados no tratamento de efluentes, especificamente no tratamento terciário que ocorre nas ETEs, utilizando como agente principal o carvão ativado. O processo de comparação aqui feito comprova que a fim de aumentar a eficiência do processo e diminuir custos a biossorção feita especificamente pela casca da banana é sim uma alternativa que apresenta vantagens quando comparada ao uso de carvão ativado. Porém desafios permanecem quanto a elaboração de estudos que abordem seu uso em escala real, já que os estudos apresentados neste trabalho são em escala laboratorial. Dessa forma os objetivos propostos nesse trabalho foram realmente alcançados.

Para mais, também foi evidenciado que a gestão dos recursos hídricos na teoria segue uma lógica mais participativa, mas na realidade não se traduz. Além da reflexão feita sobre como uma boa governança se explica na superação da injustiça ambiental.

Contudo, essa pesquisa se mostra limitada no sentido de faltar uma análise mais profunda a respeito de como seria a implementação prática do processo de bioissorção nas ETEs e ETAs. Também deve se considerar que por se tratar de uma pesquisa feita em âmbito de gestão, não foram contempladas análises de áreas correlatas, não foi feita uma abordagem de pesquisa de campo que poderia descrever uma maior articulação com os processos de engenharia sanitária, da biologia e da química.

Além disso, a casca da banana é apenas um bioissorvente alternativo, existindo outros. Nesse sentido essa pesquisa pode servir para a realização de futuras comparações entre métodos alternativos, como por exemplo o uso de outros resíduos orgânicos como o bagaço da laranja ou do bagaço de cana-de-açúcar como bioissorventes.

Então, a pesquisa aqui presente também possibilita novos estudos a respeito de outros agentes bioissorventes e de que forma essas alternativas podem ser base de uma nova política pública não só para o tratamento dos efluentes, como para o tratamento direto das águas já contaminadas, podendo servir de referência para análises de outras políticas públicas adotadas em outros territórios com a qualidade da água comprometida pela presença de metais ou de poluentes como por exemplo São Paulo onde fica situado o rio Tietê, assim como a Baía de Guanabara.

Por todos os aspectos por este trabalho considerados fica evidente que os gestores devem pensar em todas as formas de agir visando promover direitos a população, como estes estão presentes em todas as áreas se faz necessária uma autonomia em relação ao conhecimento no setor específico que esse trabalha, se articulando com os profissionais da área sem uma completa dependência. Nesse sentido um gestor da área de recursos naturais, além de estar a par dos instrumentos burocráticos, legais, é de fundamental importância que esse entenda na prática o que aquele recurso significa e de que forma ele impacta no ecossistema como um todo, entendendo também aspectos mais técnicos de ordem biológica, sociológica, histórica, econômica, então mesmo que minimamente esse trabalho pensou nessas

questões e pode contribuir para outras pesquisas que contenham essa visão a respeito de gestão e gestor.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Mauricio de Almeida. **Pensando a cidade no Brasil do passado**. In: Castro, Iná Elias et al (orgs). Brasil; questões atuais da reorganização do território, Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1996, 145-183p.

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecilia Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

AMADOR, E. da S. **Baía de Guanabara: um balanço histórico**. In: ABREU, M. Natureza e sociedade no Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal, 1992.

BARROS, Aldre Jorge Moraes; PRASAD, Shiva; LEITE, Valderi Duarte; SOUZA, Antonio Gouveia. **Estudo Termogravimétrico do Processo de Sorção de Metais Pesados por Resíduos Sólidos Orgânicos**. Artigo, 2006, Engenharia Sanitária Ambiental, (2): p.184-190.

BARTH, F. T. **Aspectos Institucionais do Gerenciamento de Recursos Hídricos**. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 1999. p. 565-99.

BERGER, T. M. (2005). **Biorremediação de solos contaminados com hidrocarbonetos totais de petróleo: enfoque na aplicação do processo**. Terraferm. Tese de doutorado, Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

BONDIOLI, Cíntia Hanna Santos; PERES, Francielli Vilela; RABELO, Jamille da Silva; OLIVEIRA, Lucas Cruz; PACHOALINI, Victor Uber. **XXIX. Biorremediação como alternativa no impacto ambiental causado pela ocupação humana na Antártida. Instituto Oceanográfico**. São Paulo. Disponível em: <http://www.io.usp.br/index.php/oceanos/textos/antartida/1135-xxix-biorremediacao-como-alternativa-no-impacto-ambiental-causado-pela-ocupacao-humana-na-antartida>. Acesso em 05 de abr. 2019.

BONIOLO, M. R.; YAMAURA, M.; MONTEIRO, R. A. **Uso das cascas de banana na bio sorção de íons de urânio**. 2008. Disponível em: <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-053.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2019.

BONIOLO, Milena Rodrigues. **BIOSSORÇÃO DE URÂNIO NAS CASCAS DE BANANA**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais.) - IPEN AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo, 2008.

BRITTO, Ana Lucia. **IMPLANTAÇÃO DE INFRA-ESTRUTURA DE SANEAMENTO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO: UMA AVALIAÇÃO DAS AÇÕES DO PROGRAMA DE DESPOLUIÇÃO DA BAÍA DE GUANABARA**. **R. B. ESTUDOS URBANOS E REGIONAIS**, V.5, N.1, p. 63-77, 2003.

BRK Ambiental. **Saneamento em pauta**. Disponível em: <https://blog.brkambiental.com.br/etapas-tratamento-de-esgoto/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.13, n. 2, p. 365-382, Jul/Dez. 2010.

CAMPOS, V. N. de O. **O Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e o Consejo de Cuenca del Valle de México: potencialidades e limites da gestão participativa da água**. 1980-2005. Tese (Doutorado em Integração da América Latina)- Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2008.

CALABI, D., 1990. **Venise, images d'une ville 'sise sur la mer'**. In: BERNADIS, M. A.; NESTEROFF, A. (orgs.) *Le grand livre de l'eau*. p.129-138. Paris: La Manufacture et La Cité des Sciences et de l'Industrie.

CALFA BA, TOREM ML. **Uso de Biomassas em Processos de Combinação Biossorção/Flotação para remoção de Metais Pesados**. [Dissertação Mestrado]. Pontifícia Universidade Católica – PUC, Rio de Janeiro. 2007.

CARTILHA DO PSAM. **Programa de Saneamento Ambiental da Baía de Guanabara dos Municípios do Entorno**. Governo do Rio de Janeiro; Inea; Secretria do Ambiente, CEDAE. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-621.pdf>. Acesso em 23 set. 2019.

CASTRO, J. E. **La construcción de nuevas incertidumbres, tecnocracia y la política de la desigualdad: el caso de la gestión de los recursos hídricos**. Revista Iberoamericana de Ciencias, Tecnología, Sociedad e Innovación, v. 2, 2002.



CEDAE. **Programa de despoluição da Baía de Guanabara** – PDBG. Programas e Projetos. Disponível em: [https://www.cedae.com.br/despoluicao\\_baia\\_guanabara](https://www.cedae.com.br/despoluicao_baia_guanabara). Acesso em 03 nov. 2019.

CETESB. **Chumbo e seus compostos**. São Paulo. 2012 Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/fit/chumbo.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2019.

COSTA, A. M., 1994. **Análise histórica do saneamento no Brasil**. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública - Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ.

COSTA, Franciele Oliveira; SILVA, André Miranda; CARVALHO, Emanuel da Silva; SILVA, Vera Lúcia Moraes Meira; LIMA, Lígia Maria Ribeiro. USO DA CASCA DA BANANA COMO BIOADSORVENTE EM LEITO DIFERENCIAL NA ADSORÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA*. Campina Grande. **USO DA CASCA DA BANANA COMO BIOADSORVENTE EM LEITO DIFERENCIAL NA ADSORÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS**. Campina Grande: Realize. 8 f. 2019

COSTA. Maria Angélica Maciel. **Da lama ao caos: um estuário chamado Baía de Guanabara**. Cad. Metrop., São Paulo, v. 17, n. 33, pp. 15-39, maio 2015  
<http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3301>

COSTA, Maria Angélica Maciel Costa. **OS FLUXOS DA ÁGUA NA METRÓPOLE - usos múltiplos e gestão participativa na Baía de Guanabara (RJ)**. 2013. Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Doutor em Planejamento Urbano e Regional.

CRUZ, Maria Aparecida R. F. da; GUERRA, Álvaro Rolim; ISHIKAWA, Dílson N.; ALFAYA, Rení V. S.; ALFAYA, Antonio A. S. Alfaya. **FARINHA DA CASCA DA BANANA: UM BIOSSORVENTE PARA METAIS PESADOS DE BAIXO CUSTO**. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 32, 2009, **Fortaleza. RESUMOS**. Londrina: Sociedade Brasileira de Química (SBQ), 2009.

FANGMEIER, Michele; HOEHNE, Lucélia. **AVALIAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO E DE SÍLICA COMO ADSORVENTES PARA AMOSTRAS COM CORANTES E COM SÓDIO**. REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS, VOL. 4, N. 4, 2012 - CETEC/UNIVATES

FILHO, G. F. C. **Biodegradação de Óleos Derivados do Petróleo e de Origem Vegetal Estimulada por Biossurfactantes em Meio Aquoso e Monitoramento de sua Toxicidade**. 2011. 68 f. TCC (Graduação em Curso de Ecologia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2011. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118752/costafilho\\_gf\\_tcc\\_rcla.pdf?se](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/118752/costafilho_gf_tcc_rcla.pdf?se) . Acesso em 10 ago. 2019

FILHO, M. C. MORAIS; CORIOLANO, A. C. F. **BIORREMEDIAÇÃO, UMA ALTERNATIVA NA UTILIZAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS PELA INDÚSTRIA PETROLÍFERA**. HOLOS, Ano 32, Vol.7. p. 133-150. 2016.

FIORAVANÇO, J. C. **Mercado mundial da banana: produção, comércio e participação brasileira**. Informações Econômica, v.33, n.10, p. 15-27,. 2003.

FREITAS, Leizer Cordeiro da Silva; BUENO, Silvia Messias. **CARVÃO ATIVO: BREVE HISTÓRICO E ESTUDO DE SUA EFICIÊNCIA NA RETENÇÃO DE FÁRMACOS UNILAGO**. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoatual/Sumario/2014/downloads/6.pdf>. Acesso em 23 set. 2019.

Gaylarde, C. C., Bellinaso, M. L., & Manfio, G. P. (2005). **Biorremediação. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, (34), 36-43, 2005.

GRINBERG, Felipe. **Governo do Rio assina acordo para retomar as obras de despoluição da Baía de Guanabara. 2019 Disponível em:** <https://oglobo.globo.com/rio/governo-do-rio-assina-acordo-para-retomar-as-obras-de-despoluicao-da-baia-de-guanabara-23785303>. Acesso em 05 nov. 2019.

GUILLERME, A., 1990. **Eaux vives et eaux mortes entre Moyen Age et Renaissance**. In: BERNADIS, M. A.; NESTEROFF, A. (orgs.). Le grand livre de l'eau. p. 106-114. Paris: La Manufacture et La Cité des Sciences et de l'Industrie.

HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L.; OLIVEIRA A. A. B. **Urbanização e Vulnerabilidade Socioambiental: O caso de Campinas**. In: Núcleo de Estudos Populacionais (NEPO – Unicamp). Migração e Meio Ambiente nas Aglomerações Urbanas. Campinas: Editora Unicamp, 2001. p. 397-418.

INSTITUTO BAÍA DE GUANABARA. 2019. Disponível em: <http://baiadeguanabara.org.br/site/>. Acesso em 10 out 2019.

JACOBI, P. R. Governança da Água no Brasil. In: RIBEIRO, W. C. (Org.). **Governança da água no Brasil – Uma Visão Interdisciplinar**. São Paulo: Annablume, 2009.

LANNA, A. E. Gestão das Águas. IPH – UFRGS, 1999.

Lavarda FL. **Estudo do Potencial de Bissorção dos Íons Cd (II), Cu (II) e Zn (II) pela Macrófita Eichhornia crassipes**. [Dissertação de Mestrado]. UNIOESTE, 2010.

LERAY, G., 1982. **Planète eau**. Paris: La Villette Presses Pocket.

LETTERMAN, R.D. **Water quality and treatment: a handbook of community water supplies**. 5 Ed. New York: McGraw-Hill: American Water Works Association, 1999. 1 v.

LIEBMANN, H., 1979. **Terra, um planeta inabitável**: da antigüidade ,até os nossos dias, toda a trajetória poluidora da humanidade. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército.

LOPES, Verônica. **Estado reforça ações de saneamento da baía**. 2014. Disponível em: <http://www.globalgarbage.org.br/portal/tag/baia-de-guanabara/>. Acesso em: 03 de abril de 2019.

MACHADO, Gisele Cardoso de Almeida. **A difusão do pensamento higienista na cidade do Rio de Janeiro e suas consequências espaciais**. Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH • São Paulo, julho 2011

MAIA, Aurélio Faleiros da Silva. **A sociedade disciplinar e a exclusão institucionalizada nos centros urbanos brasileiros**. Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 19, n. 4011, 25 jun. 2014. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/28412>. Acesso em: 05 nov 2019.

MELLO, J. M. C.; NOVAIS, F. A. **Capitalismo Tardio e Sociedade Moderna**. História da Vida Privada no Brasil: Contrastes da Intimidade Contemporânea. São Paulo: Companhia das Letras, 1998, v. 4, p. 559-658.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being. A framework for assessment.** Island Press, 2003, p. 71 – 83.

Muteca, F. L. L. (2012). **Biorremediação de solo contaminado com óleo cru proveniente de Angola.** Dissertação de Mestrado, Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

NETTO, J. M. A, 1959. **Cronologia dos serviços de esgotos, com especial menção ao Brasil.** Revista DAE, 20(33):15-19. 1984. Cronologia do abastecimento de água até 1970. Revista DAE.

P&Q ENGENHARIA JUNIOR. **ETE E ETA: UM CUIDADO INDISPENSÁVEL COM A ÁGUA.** 2018. Água. Disponível em: <https://peqengenhariajr.com.br/ete-e-eta-um-cuidado-indispensavel-com-agua/>. Acesso em: 29 set 2019.

PENNA, Fabio; REBELLO, Helena. **De que água esse rio é feito?** Uma história muito além de sofás boiando, falta de saneamento básico e promessas olímpicas não cumpridas. Globoesporte, Olimpíadas. 2016 Disponível em: <http://app.globoesporte.globo.com/olimpiadas/baia-de-guanabara/index.html>. Acesso em 15 out. 2019.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos.** Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH UFRGS. V. 1, n. 1 p. 20-36. 2004.

PINTO, Tales. **Higienismo urbano e exclusão social no Império.** Alunos online. História do Brasil. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/historia-do-brasil/higienismo-urbano-exclusao-social-no-imperio.html>. Acesso em 05 nov 2019.

POLLARD, S.J.T., FOWLER, G.D., SOLLARS, C.J., PERRY, R., 1992. **Low cost adsorbents for waste and waste water treatment:** a review. Sci. Tot. Environ. 116, 31 e 52

POMPEU, C. T., 1976. **Regime jurídico da polícia das águas públicas; polícia da qualidade.** São Paulo: CETESB.

ROCHE, D., 1990. **Le temps de l'eau rare, du Moyen Age à l'Epoque Moderne**. In: BERNADIS, M. A.; NESTEROFF, A. (orgs.). **Le grand livre de l'eau**. p.115-128. Paris: La Manufacture et La Cité des Sciences et de l'Industrie.

Ryba A. **Modelagem da Biossorção de Mercúrio com Macrófitas Envolvendo Equações Diferenciais de Ordem Inteira e Fracionária**. 2011.

SABESP. **Tratamento de esgotos**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=49>. Acesso em 05 nov. 2019.

SANCHES, M. **Elites globais e cidadãos locais: quem ganha com a despoluição da Baía de Guanabara?**. Trabalho apresentado no XXII CONGRESSO INTERNACIONAL DA LASA – LATIN AMERICAN STUDIES ASSOCIATION. 2000.

SCHAMA, S., 1996. **Paisagem e memória**. São Paulo: Companhia das Letras.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. Companhia das Letras, 2008.

SILVA, CS.; PEROSA, J. M.Y; RUA, P.S.; ABREU, C.L.M.; PÂNTANO, S.C.; VIEIRA, C.R.Y.I.; BRIZOLA, R.M.O. **Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 229-234, 2003.

SILVA, Elmo Rodrigues da. **O CURSO DA ÁGUA NA HISTÓRIA: SIMBOLOGIA, MORALIDADE E A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**: 1998. 201 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA, Rio de Janeiro, 1998.

SILVA, JLBC da; PEQUENO OTBL; ROCHA, LKS; ARAÚJO, ECO; MACIEL, TAR; BARROS, AJM. **BIOSSORÇÃO DE METAIS PESADOS: UMA REVISÃO**. REVISTA SAÚDE E CIÊNCIA On line, 2014; 3(3): 137-149, set-dez, 2014. Disponível em: <http://150.165.111.246/revistasaudeeciencia/index.php/RSC-UFCG/article/viewFile/180/117>. Acesso em 20 abr. 2019.

SILVA, Kaio Masiel Dema da et al. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO - QUÍMICA DA FIBRA DE COCO VERDE PARA A ADSORÇÃO DE METAIS PESADOS EM EFLUENTE DE INDÚSTRIA DE TINTAS**. ENGEVISTA, V. 15, n. 1. p. 43-50, abril 2013.

SHIVA, Vandana. **Recursos naturais**. In: SACHS, W. (Ed.) Dicionário do desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder. Tradução de Vera Lúcia M. Joscelyne, Susana de Gyalokay e Jaime A. Clasen. Petrópolis: Vozes, 2000. p. 300-316.

SOUZA, Líria Alves de. **Carvão ativado**. Brasil escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/carvao-ativado.htm>. Acesso em: 20 set. 2019.

TAIPINA, M. S. **Aceitabilidade sensorial de suco de manga adicionado de polpa de banana (Musa sp) verde**. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 63. n. 1. p. 49-55, 2004

TONET, H. C.; LOPES, R. G. F. **Alternativas organizacionais mais adequadas para viabilizar o uso dos instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais e Gerenciamento de Bacia Hidrográfica**. Texto de Consultoria em Gestão Pública para Projeto de Tecnologias de Gestão Ambiental do IBAMA. Brasília, DF, 1994.

TV CULTURA. **Desperdício de biomassas residuais na Grande São Paulo**. 2008 Disponível em: [https://tvcultura.com.br/videos/17752\\_desperdicio-de-alimentos-ainda-e-uma-das-maiores-preocupacoes-globais.html](https://tvcultura.com.br/videos/17752_desperdicio-de-alimentos-ainda-e-uma-das-maiores-preocupacoes-globais.html). Acesso em ago. 2019.

USP. **Casca de banana é utilizada para despoluir água contaminada por pesticidas**. São Paulo, 24 de abr. 2013. Ciências. Disponível em: <https://www5.usp.br/26012/casca-de-banana-e-utilizada-para-despoluir-agua-contaminada-por-pesticidas/>. Acesso em 05 de abr. 2019.

YASSUDA, E. R. **O gerenciamento de bacias hidrográficas**. Cadernos FUNDAP, v. 9, n. 16, p. 46-53, 1989.